

Norsken, svensken og dansken...

En sammenligning av energibruk
og -innsats i tre land

Av: Erlend Randeberg



Rapport 6/2000
Framtiden i våre hendes forskningsinstitutt (FIFI)

Forord

Framtiden i våre hendes utredningsprogram har som formål å beskrive hindre for en bærekraftig utvikling - og å frambringe løsninger. Vi utgir årlig 12-15 rapporter av denne typen. Energibruk og -priser er et helt sentralt tema inne økologi og økonomi. Denne rapporten belyser hvordan - og i noen grad hvorfor - utviklingen innen energibruk er blitt så forskjellig i henholdsvis Norge, Sverige og Danmark.

20.11.2000
Tor Traasdahl
redaktør

1. Sammendrag

Innsats og oppnådde resultater for energisektorene i Norge, Sverige og Danmark vurderes og sammenliknes i denne rapporten. Vi ser på utviklingen i energisektoren i disse landene i perioden 1976-98. Totalt forbruk, forbruk av ikke-fornybar energi og forbruket av nye fornybare energikilder sammenliknes. Dessuten ser vi på bruken av høykvalitetsenergi i form av elektrisitet og lavkvalitetsenergi i form av varme. Videre tar vi for oss den statlige innsatsen for å stimulere til energisparing og økt bruk av nye fornybare energikilder i de tre landene. Til slutt går vi inn på målsetninger myndighetene i de tre landene har satt opp for energisektoren.

Energibruk: Norge øker mest

I løpet av perioden 1976-98 har det totale sluttforbruket av energi per capita i Norge økt kraftig, og passert forbruket i Sverige. I 1998 var det norske forbruket per capita 14 prosent høyere enn det svenske, og hele 53 prosent høyere enn det danske. Sjøl om vi trekker fra forbruket i industrien, finner vi at det norske forbruket er høyere enn i de to skandinaviske nabolandene. Mens forbruket har flatet ut og blitt litt redusert i Sverige og Danmark, vokser forbruket i Norge.

Ny fornybar energi: Norge er minst

Av de nye fornybare energikildene er det foreløpig bare bio-, vind- og solenergi som har noen betydning i Skandinavia. Foreløpig utgjør disse energikildene bare 4 prosent av Norges energiforbruk. Det tilsvarende tallet for Sverige er 19 prosent og for Danmark 8 prosent. Til tross for at Norge har de desidert største vindressursene, utnyttes vindenergi i minst grad i Norge. Bioenergi er den viktigste nye fornybare energikilden, og Sverige utnytter denne energikilden i størst grad, med et per capita-forbruk som er 3,6 ganger høyere enn Norges, og 3,1 ganger høyere enn Danmarks.

Elektrisitet: Norge bruker mest

Norge skiller seg ut med et vesentlig høyere elektrisitetsforbruk enn Sverige og Danmark. Elektrisitet utgjør om lag halvparten av det norske energiforbruket, og det norske elforbruket per capita er 1,6 ganger høyere enn det svenske og 4,1 ganger høyere enn det danske. Sjøl om vi ser bort fra industriens elforbruk, finner vi at det norske elforbruket per capita er 1,5 ganger høyere enn det svenske og 3,6 ganger høyere enn det danske. Det norske elforbruket vokser dessuten raskest i Skandinavia.

Vannbåren varme: Norge er dårligst

I Norge benyttes elektrisitet direkte til oppvarming i mye større grad enn i Sverige og Danmark. Fjernvarme er lite utbredt i Norge. Utnyttelsen av lavkvalitetsenergi i form av fjernvarme har økt kraftig i perioden 1976-98, og forbruket av fjernvarme er 16 ganger høyere i Sverige og Danmark enn i Norge.

Mer spredt bebyggelse i Norge er en del av forklaringen, men det forklarer ikke på langt nær den store forskjellen. Lite infrastruktur for fjernvarme og vannbåren varme er et viktig moment. Bruken av varmpumper er også lav i Norge, til tross for at landet er spesielt godt tilpasset denne oppvarmingsmåten.

Energibeskatning: Norge er billigst

Avgiftene på energivarer spiller en viktig rolle når det gjelder å redusere energiforbruket. Imidlertid peker ingen av de tre landene seg ut med spesielt hard energibeskatning. Norge har de høyeste avgiftene på drivstoff, men de desidert laveste på elektrisitet. Per energienhet – av sluttforbruket unntatt den delen som kommer fra nye fornybare energikilder – utgjør de statlige energiavgiftene henholdsvis 3, 4,3 og 6 øre/megajoule i Norge, Sverige og Danmark. Betraktet på denne måten er altså den danske energibeskatningen mer enn dobbelt så høy som den norske.

Tilskudd til enøk og fornybar energi: Norge er mest gjerrige

Tilskuddsordninger til energisparetiltak, introduksjon av miljøvennlig energiteknologi og forskning og utvikling på disse finnes i alle de tre landene. Størrelsen på bevilgningene er imidlertid svært forskjellig. Mens norske myndigheter i 1998-99 bevilget 70 kroner per capita til slike tiltak, var det tilsvarende tallet for Sverige drøyt 160 kroner og for Danmark omkring 620 kroner.

Framtidig energibruk: Lave ambisjoner i Norge

Landenes målsetninger på energisektoren står i stil med det økonomiske satsningene. Danmark har de klart største ambisjonene for energisektorene, med måltall på andel av fornybar energi og reduksjon av utslippene av klimagassen CO₂. I Norge og Sverige er ambisjonsnivået vesentlig lavere.

2. Innhold

1.	FORORD	0
2.	SAMMENDRAG	2
3.	INNHold	4
4.	INNLEDNING	5
4.1	PROBLEMSTILLINGER.....	5
4.2	METODIKK.....	5
4.3	LITT OM ENHETER.....	5
5.	STATUS OG UTVIKLING I ENERGISEKTORENE	7
5.1	INNLEDNING	7
5.2	LANDENES ENERGIRESSURSER.....	7
5.3	SLUTTFORBRUK OG PRIMÆR ENERGIBRUK.....	8
5.4	FORBRUK AV PRIMÆR ENERGI	10
5.5	SLUTTFORBRUK.....	11
5.6	FORBRUK AV IKKE-FORNYBARE ENERGIKILDER.....	13
5.7	FORBRUK AV "GAMLE FORNYBARE" ENERGIKILDER.....	14
5.8	FORBRUK AV NYE FORNYBARE ENERGIKILDER	15
5.8.1	<i>Bioenergi</i>	15
5.8.2	<i>Vindenergi</i>	17
5.8.3	<i>Solenergi</i>	18
5.8.4	<i>De nye fornybare energikildenes andel av energiforbruket</i>	18
5.9	ENERGIEFFEKTIVITET	19
5.9.1	<i>Litt om energikvalitet</i>	19
5.9.2	<i>Forbruk av elektrisitet</i>	19
5.9.3	<i>Oppvarming</i>	21
5.9.4	<i>Bruk av varmepumper</i>	23
6.	STATLIG INNSATS PÅ ENERGIOMRÅDET	25
6.1	INNLEDNING	25
6.2	AVGIFTER PÅ ENERGI.....	25
6.3	REGULERINGSBESTEMMELSER, FORSKRIFTER OG RETNINGSLINJER	27
6.3.1	<i>Byggeforskrifter</i>	28
6.3.2	<i>Andre administrative virkemidler</i>	28
6.4	TILSKUDDSDORDNINGER	29
6.4.1	<i>Norge</i>	30
6.4.2	<i>Sverige</i>	30
6.4.3	<i>Danmark</i>	32
6.5	SATSING PÅ FORSKNING, UTVIKLING OG TEKNOLOGIINTRODUKSJON	32
6.5.1	<i>Norge</i>	33
6.5.2	<i>Sverige</i>	33
6.5.3	<i>Danmark</i>	35
6.6	OPPSUMMERING AV DE ØKONOMISKE SATSNINGENE	35
7.	MÅLSETNINGER FOR ENERGISEKTOREN	36
7.1	NORGE	36
7.2	SVERIGE	36
7.3	DANMARK.....	37
8.	REFERANSER	38

3. Innledning

3.1 Problemstillinger

I denne rapporten tar vi for oss de skandinaviske landenes innsats, oppnådde resultater og framtidige målsetninger når det gjelder å få til en miljøvennlig og bærekraftig energipolitikk.

Landenes resultater vurderes på grunnlag av den faktiske utviklingen i energiforbruket over de siste drøyt 20 årene. Det er særlig to forhold som er vesentlige: utviklingen i det totale energiforbruket og andelen av nye fornybare energikilder. Et samfunn som stadig forbruker mer energi, kan ikke være bærekraftig sjøl om energien kommer fra fornybare kilder. Men samtidig må det være et mål at energien som brukes, er basert på ressurser som er fornybare.

Disse to momentene danner utgangspunktet for at vannkraft kommer i en mellomkategori – “gamle” fornybare energikilder. Utbygginga av vannkraft i Skandinavia er nå på et nivå som er så høyt at vassdragsnaturen ikke må belastes mer, av hensyn til det biologiske mangfoldet. Dermed kan fortsatt utbygging av vannkraft heller ikke komme med blant de fornybare energikilden som bør utnyttes i større grad.

I denne rapporten vil vi derfor se på bruken av “nye” fornybare energikilder. Kort sagt inkluderes alle fornybare energikilder som ikke er tradisjonell vannkraft: bio-, vind-, bølge-, tidevanns-, solenergi, geotermisk energi med flere. Her vil vi først og fremst ta for oss bruken av bio-, vind- og solenergi.

Vi vil også se på bruken av høyverdig energi – først og fremst elektrisitet. Høyverdig energi bør forbeholdes formål som krever slik energi. Bruk av høyverdig energi til formål som krever bare lavverdig varmeenergi, er uttrykk for sløsing. Her snakker vi ikke om sløsing med selve energien, men med *energikvaliteten*. Sløsing med energikvalitet bidrar indirekte til sløsing med energi, fordi høyverdig energi er en knapp ressurs som skaffes til veie med betydelig energitap.

3.2 Metodikk

Vi baserer oss på offisiell energistatistikk fra norske, svenske og danske myndigheter.

For å gjøre tallene sammenliknbare ser vi mye på energiforbruket justert for befolkningsmengden i de tre landene. Befolkningsstatistikken er hentet fra de respektive statistiske sentralbyråene [SSB-befolkning, SCB, DST]. Alle omregninger til per capita-forbruk er gjort av forfatteren.

3.3 Litt om enheter

Energi måles i ulike enheter, men i følge internasjonale standarder er den såkalte *SI-enheten* for energi *joule* (J). Denne er i praktiske regnestykker på lands energiforbruk en liten enhet, og vi opererer derfor ofte med millioner eller milliarder av joule.

Det er også vanlig å bruke enheten *watt-timer* (Wh) i energistatistikker, og særlig når det gjelder elektrisk energi. Sammenhengen mellom watt-timer og joule er at $1 \text{ Wh} = 3\,600 \text{ J} = 3,6 \text{ kJ}$.

Her vil vi bruke joule som enhet de fleste steder, og Wh når vi snakker bare om elektrisitet. Vi vil ikke bruke andre energienheter, sjøl om det finnes flere enheter som er relativt vanlige i offisielle statistikker. Leseren kan lett regne om energidata som er gitt i denne rapporten ved å benytte tabellene under.

Tabell 3-1. Sammenhengen mellom ulike energienheter.

1 kJ (kilojoule) = 10^3 J
 1 MJ (megajoule) = 10^6 J
 1 GJ (gigajoule) = 10^9 J
 1 TJ (terajoule) = 10^{12} J
 1 PJ (petajoule) = 10^{15} J

Tabell 3-2. Sammenhengene mellom Wh og J.

1 kWh (kilowatttime) = 3,6 MJ	1 MJ = 0,278 kWh
1 MWh (megawatttime) = 3,6 GJ	1 GJ = 0,278 MWh
1 GWh (gigawatttime) = 3,6 TJ	1 TJ = 0,278 GWh
1 TWh (terawatttime) = 3,6 PJ	1 PJ = 0,278 TWh

4. Status og utvikling i energisektorene

4.1 Innledning

En lang rekke forhold spiller inn når det gjelder et samfunns energiforbruk. Klimaet spiller en naturlig rolle, ved at både oppvarming og avkjøling krever betydelige mengder energi. Videre spiller boligmønsteret og transportmønsteret inn, ved at reising og frakt også krever energi. Dessuten er befolkningens behov for energi avhengig av hvor tett man bor.

Måten energien brukes på, er også vesentlig. Introduksjon av mer energieffektive løsninger kan gi et lavere forbruk av energi sjøl om oppvarming, belysning, transport og andre aktiviteter i samfunnet er de samme. Forbruket av energi kan reduseres dersom sløsinga reduseres.

Forbruket av energi dreier seg imidlertid også mye om levestandard. Boligstørrelse, biltransport i stedet for kollektivtransport, lange feriereiser, mye belysning og så videre er av avgjørende betydning for forbruket av energi.

Vi vil her se på det totale forbruket av energi og fokusere mindre på hva det brukes til i de tre landene. Imidlertid er det viktig å merke seg noen viktige forskjeller mellom Norge, Sverige og Danmark.

Klimaet er en del mildere i Danmark enn i nabolandene i nord, og dermed er det rimelig at energiforbruket til oppvarming er størst i Norge og Sverige. Videre spiller bosetningsmønster og andre geografiske hensyn en betydelig rolle når det gjelder energiforbruket i transportsektoren. Med en tett bebyggelse er dessuten mulighetene for å bruke mindre energi større enn hvis folk bor spredt i eneboliger. Når vi tar dette i betraktning, er det rimelig å forvente at energiforbruket per capita i Norge er noe høyere enn i nabolandene våre.

Industristruktur og energisektoren spiller også en viktig rolle for et lands energiforbruk. Tungindustri og energiforbruk ved utvinning av olje og gass bidrar betydelig i et lands energiforbruk, sjøl om en stor del av produktene går til eksport. Vi forsøker i denne rapporten å korrigere for dette ved å se på forbruket av energi når industrien og energisektoren holdes utenfor.

Samtidig er det viktig å være klar over hvilket utgangspunkt landene har når det gjelder tilgang på energivarer. I Norge har vi hatt god tilgang på vassdrag som har blitt bygd ut til elektrisitetsproduksjon, og elektrisitet utgjør derfor en vesentlig høyere andel av energiforbruket enn i andre land. Elektrisitet er en energivare av høyeste kvalitet, som kan utnyttes mer effektivt enn energivarer av lavere kvalitet. Vi kommer tilbake til dette etter hvert.

4.2 Landenes energiresurser

Et lands energiresurser spiller en stor rolle i forhold til hvilken energipolitikk som velges. For å få til en energipolitikk basert på fornybar energi er det vesentlig å ha tilgang på energien. Det er også nærliggende å tenke seg at tilgangen på energi påvirker innsatsen for å spare energi og effektivisere energibruken i et land.

Norge er fra naturens side meget godt stilt når det gjelder energiresurser. Uttaket av energivarer er mer enn åtte ganger høyere enn forbruket, og i hovedsak knyttet til utvinning av olje og gass. Norge har nærmere 60 prosent av Vest-Europas oljereserver, og 30 prosent av gassreservene [SSB N&M 2000]. Norge har dessuten 25 prosent av Europas (utenom tidligere Sovjetunionen) vannkraftpotensial og 5 prosent av det produktive skogarealet. Videre har vi en tredjedel av Europas vestvendte kystlinje, og besitter dermed betydelige energiresurser i form av vind- og bølgekraft. På grunn av lav befolkningstetthet og lang fyringssesong har vi et stort potensiale når det gjelder utnyttelse av solenergi.

Sverige er også godt stilt når det gjelder energiresurser, og særlig fornybare. Landet besitter betydelige mengder tilgjengelig bioenergi – omlag seks ganger mer enn Norge. Sverige har cirka halvparten av Norges vannkraftpotensial. Vindressursene er også en del mindre enn for Norges vedkommende, og bølgekraftpotensialet er lite. Når det gjelder solenergi har Sverige noe større potensial enn Norge på grunn av større areal. Sverige har litt uran som kan brukes som råstoff i kjernekraft, men har små fossile energiresurser (bortsett fra noe torv).

Danmark har olje- og gassreserver som tilsvarer omlag ti prosent av de norske. De tilgjengelige bioenergi-ressursene er omlag som for Norges vedkommende, men er basert hovedsakelig på jordbruksprodukter og -avfall snarere enn skogsprodukter. Danmark har vindressurser som er knapt halvparten av Norges og et relativt stort potensial for bølgeenergi. Vannkraftpotensialet er nærmest ubetydelig.

Tabell 4-1. Potensialer¹ for nye fornybare energikilder i de skandinaviske landene. PJ² per år. Kilder: Vind: [Tande/Sintef 1999], Bioenergi: [NVE/NFR 1996], Bølge- og solenergi: [Hille 1993].

	Norge	Sverige	Danmark
Vindenergi ³	270	150	100
Bølgeenergi	72	Lite	22
Bioenergi ⁴	108	648	122
Solenergi, teoretisk (50 % virkningsgrad)	500 000	750 000	75 000

4.3 Sluttforbruk og primær energibruk

Energiforbruket regnes vanligvis på to måter: sluttforbruket og det primære energiforbruket. Disse gir uttrykk for forskjellige størrelser ved energiforbruket.

Sluttforbruket av energi uttrykker hvor mye energi som leveres til husholdninger, næringsliv, offentlig forvaltning og alle utenom "energisektoren" sjøl. Energien kan ta form av elektrisitet, oljeprodukter, kull, naturgass, biomasse, fjernvarme eller noe annet. Sluttforbruket

¹ Alle tall er cirkatall.

² 3,6 PJ = 1 TWh = 1 milliard kilowattimer eller 1 PJ = 0,278 TWh.

³ Naturgitte potensialer. Det er ikke tatt høyde for miljømessige og økonomiske forhold.

⁴ Innenfor en miljømessig ramme.

forteller hvor mye energi som forbrukes i samfunnet, men det sier ikke noe om mengden av varer, tjenester, transportarbeid, lys og varme som produseres av den gitte energimengden.

Nytten av energien bestemmes av hvilken energibærer som brukes, og formålet det brukes til. De ulike energibærerne har ulik energikvalitet. Det betyr for eksempel at en gitt energimengde strøm kan gjøre større nytte enn den samme energimengden av ved. En diskusjon av begrepet energikvalitet kommer vi tilbake til i kapittel 4.9, der vi ser på *utnyttelsen* av energien som blir brukt, og hvordan landene utnytter energibærerne.

Det primære energiforbruket kalles ved ulike navn; i Norge kalles det noen ganger "innenlands tilførsel", i Danmark "bruttoenergiforbruk" og i Sverige "tillførd energi". Det primære energiforbruket skiller seg fra sluttforbruket ved at energi brukt som råstoff, energi brukt i energisektorene og tap ved overføring og distribusjon av energien inkluderes. Det primære energiforbruket er imidlertid – rimelig nok – korrigert for import og eksport av energivarer.

Eksempler på energi som brukes som råstoff, kan være olje og gass som brukes i plastproduksjon. Energibruk i energisektorene inkluderer forbruket på oljeplattformer, i raffinerier, i kraftverk og så videre. Tap oppstår ved overføring og distribusjon av elektrisitet, fjernvarme og naturgass.

Mye energi går tapt på å skaffe elektrisitet til forbrukerne. I det elektriske nettet omdannes litt av strømmen til varme på grunn av motstand (friksjon for elektronene) i ledninger og transformatorer. Denne varmen går stort sett tapt, med mindre transformatoren leverer spillvarme til oppvarming. I selve produksjonen av elektrisitet går det også tapt energi. Særlig gjelder dette varmekraftverk, basert på kull, olje, gass, biomasse eller kjernekraftbrensel. I mange tilfeller går over halvparten av energiinnholdet (brennverdien) til brenselet tapt som spillvarme, og kan bare utnyttes til nær- eller fjernvarme – hvis det finnes et distribusjonsnett tilgjengelig.

Når det gjelder kraftproduksjon basert på fossile brensler, regnes hele brenselets energiinnhold med i det primære energiforbruket. For vannkraft og kjernekraft blir det straks mer komplisert. Vanligvis regnes det med en "energiinnsats" som er større enn kraftproduksjonen i vann- og kjernekraftverk. Problemet er imidlertid at ulike land og organisasjoner opererer med ulike beregningsmetoder.

I norsk statistikk regnes det med en energiinnsats av "vannfallsenergi" som er 1/0,85 ganger større enn elektrisiteten som produseres. Det betyr at man beregner tapet i vannkraftverkene til å være 15 prosent av den potensielle energien vannet har (på grunn av tyngdekrafta). Tapet skjer i form av friksjon i tunneler, i turbinene og i generatorene i vannkraftverkene og antas altså å være 15 prosent i gjennomsnitt.

I svensk statistikk benyttes to alternative beregningsmetoder for energiinnholdet i kjernekraftbrenselet. Tradisjonelt settes den primære energitilførselen lik elproduksjonen ved kjernekraftverkene. I statistikken oppgis dessuten et annet primært energiforbruk som energiinnholdet i varmen som utvikles i reaktorene – i tråd med FN's metode. Energiinnholdet i kjernekraftbrenselet er imidlertid mye større enn varmen som utvikles, og energiinnholdet i uran er bortimot hundre ganger større enn den elektrisiteten som produseres.

I Danmark betraktes importert elektrisitet på linje med den som danskene produserer sjøl når de regner ut det primære energiforbruket. Det betyr at importert strøm som er produsert i norske eller svenske vannkraftverk forutsettes å ha tilnærmet samme tap som det er i danske varmekraftverk. Hvis nettoimporten av strøm er liten, er imidlertid feilen relativt liten. I norsk og svensk statistikk gjøres det ingen korreksjon for tap ved produksjon av elektrisitet som importeres eller eksporteres, eller for tapene ved overføring fram til landets grense.

Man kan altså trygt si at beregningsmodellene er diskutabile og at begrepet primært energiforbruk er åpent for tolkning. Vi vil derfor legge mest vekt på sluttforbruket av energi i de tre landene.

4.4 Forbruk av primær energi

Det primære energiforbruket sier hvor mye energi som forbrukes – uten å trekke fra for energivarer som blir brukt som råvarer og tap i distribusjonen av energien. Se kapittel 4.3, der vi diskuterer noen modeller for beregning av primært energiforbruk.

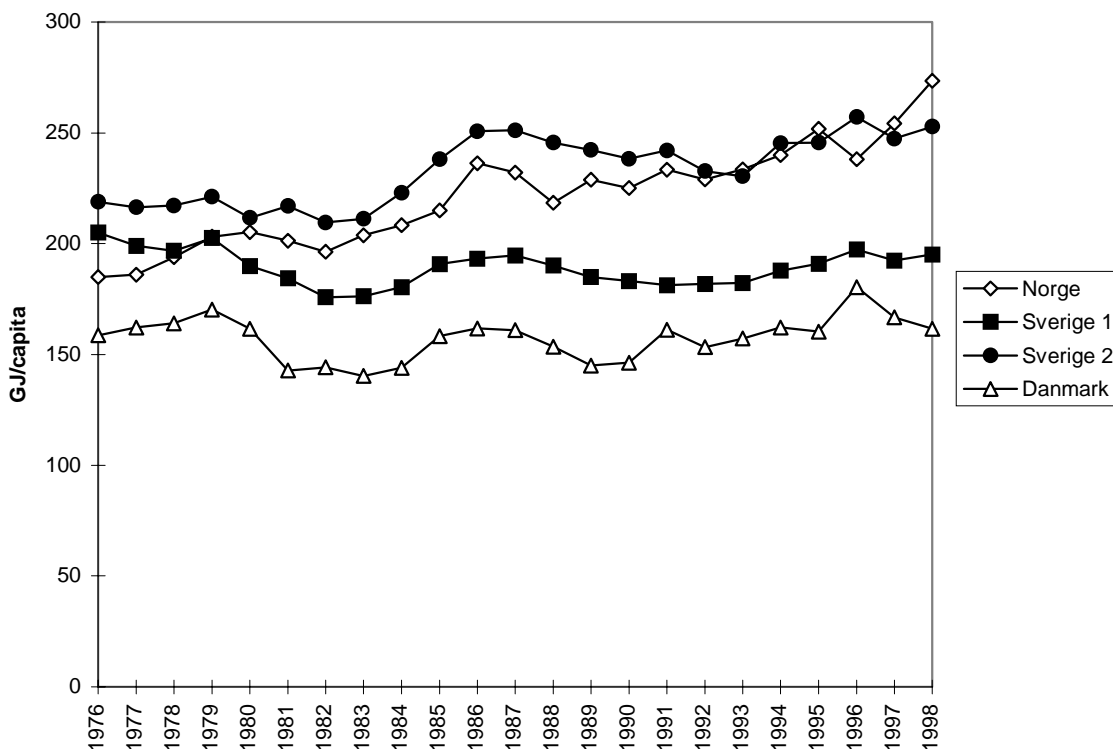
Som påpekt ovenfor bruker en i Sverige to alternative beregningsmåter for kjernekraftens bidrag til det primære energiforbruket: én der en bare regner med elektrisiteten som genereres, og én der en regner med varmen som produseres og brukes i form av damp til å drive turbinene. Vi vil her referere til de to modellene som henholdsvis “Sverige 1” og “Sverige 2”.

Figur 4-1 viser utviklingen i det primære energiforbruket per capita i Norge, Sverige og Danmark. Vi ser at betraktningen av kjernekraft spiller en avgjørende rolle for størrelsen på Sveriges primære energiforbruk.

Dersom vi bruker modellen Sverige 1, ser vi at forbruket har falt siden slutten av 1970-tallet, og stabilisert seg rundt 190 PJ per capita. Med modellen Sverige 2 kommer Sverige vesentlig dårligere ut, med et høyere forbruk etter at kjernekrafta ble introdusert i det svenske energisystemet. Forbruket i Sverige 2 ligger omlag 30 prosent høyere enn i Sverige 1.

Norges primære energiforbruk per capita var lavere enn Sveriges på midten av 1970-tallet. Forbruket har imidlertid vokst kraftig og har passert Sveriges uansett beregningsmodell.

Danskenes primære energiforbruk er vesentlig lavere enn nordmennenes og svenskenes. Det danske primære forbruket per capita har holdt seg relativt stabilt i den omtalte perioden. I 1998 var forbruket i Danmark 41 prosent lavere enn i Norge, 36 prosent lavere enn i Sverige 2 og 17 prosent lavere enn i Sverige 1.



Figur 4-1. Primært forbruk av energi per capita i Norge⁵, Sverige⁶ og Danmark 1976-98. Kilder: Norge: [NOS Energistat. 1998, SSB-energistat.], Sverige: [Energiläget 1999], Danmark: [Energistyrelsen 2000].

I det følgende vil vi sette fokus mest på sluttforbruket av energi.

4.5 Sluttforbruk

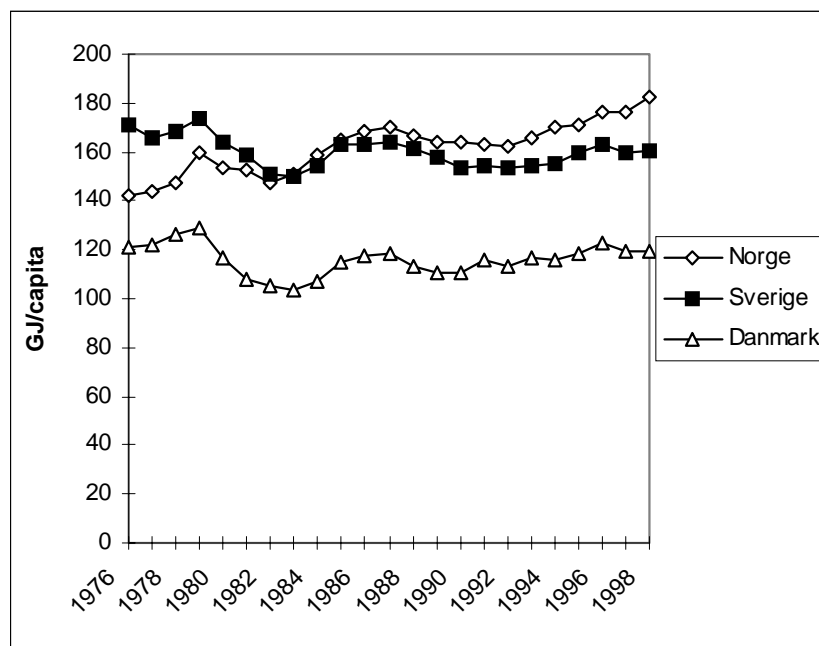
Sluttforbruket av energi sier hvor mye energi som leveres til forbrukerne. Energi brukt i energisektorene og distribusjonstap er derfor ikke inkludert. Se kapittel 4.3 for en nærmere omtale av dette.

På midten av 1970-tallet hadde Sverige det høyeste sluttforbruket per capita i Skandinavia med 171 GJ/capita i 1976. I Danmark var forbruket 121 GJ/capita, mens Norge lå omtrent midt i mellom sine to naboland.

Figur 4-2 viser utviklingen i sluttforbruket i de tre landene i perioden 1976-98. Vi ser at Sverige har redusert og flatet ut forbruket sitt og hadde i 1998 et forbruk på 160 GJ/capita – omlag seks prosent lavere enn på slutten av 1970-tallet. I Danmark har forbruket holdt seg rimelig stabilt i perioden.

⁵ Forbruket i årene 1976-78 er estimert av forfatteren fra energivarebalansen ut i fra forholdet mellom primært forbruk og sluttforbruk i perioden 1979-81. Feilen som gjøres antas å være relativt liten.

⁶ Bakgrunnen for å ha to modeller – Sverige 1 og Sverige 2 – er i forhold til hvordan man vurderer det primære energiforbruket i kjernekraft. Se teksten.



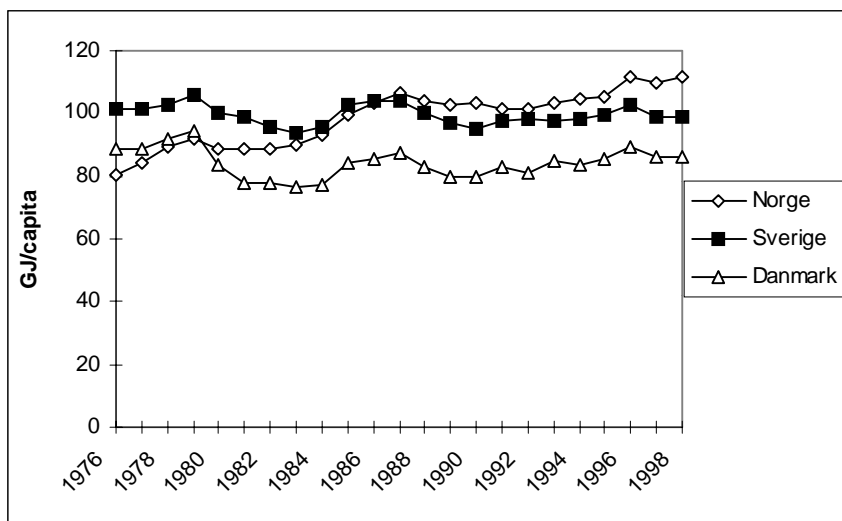
Figur 4-2. Totalt sluttforbruk per capita i Norge, Sverige og Danmark 1976-98. Kilder: Norge: [NOS Energistat 1998, NOS energistat 1985, SSB-energistatistikk], Sverige: [Energiläget 1999], Danmark: [Energistyrelsen 2000].

Norge skiller seg ut ved at forbruket har steget nokså jevnt i praktisk talt hele perioden (forbruket er ikke korrigert for temperatursvingninger fra år til år). Norge passerte Sverige midt på 1980-tallet, og har siden hatt det høyeste forbruket per capita i Skandinavia. I 1998 var det norske forbruket 182 GJ/capita – 14 prosent høyere enn Sveriges og 53 prosent høyere enn Danmarks. Lite tyder på at energiforbruket vårt er i ferd med å flate ut.

Det kan hevdes at sammenlikningen gir et ufullstendig bilde, fordi Norge og Sverige har vesentlig mer tungindustri enn Danmark. Store deler av industriproduksjonen går dessuten til eksport, og det kan være interessant å se på hvor stort sluttforbruket er når vi trekker fra den delen som går til industri.

Figur 4-3 viser sluttforbruket per capita når industrien holdes utenom. Vi ser at hovedtendensene er de samme som i Figur 4-2, men at avstanden mellom landene er noe mindre. Sverige hadde også i denne modellen det høyeste forbruket i utgangspunktet, mens Norge hadde det laveste forbruket per capita. I løpet av perioden har imidlertid Norge passert både Danmark og Sverige, og har nå det klart høyeste forbruket av de tre landene. Forbruket utenom industrien i Sverige og Danmark har vært relativt stabilt i den omtalte perioden.

I 1998 var Norges forbruk per capita utenom industri 112 GJ, 12 prosent høyere enn i Sverige og 30 prosent høyere enn i Danmark. Energiforbruket i industrien er altså ikke forklaringen på hvorfor Norges forbruk er høyt – og *stadig voksende*.



Figur 4-3. Sluttforbruk av energi per capita fratrukket forbruk i industrien i Norge, Sverige og Danmark 1976-98. Kilder: Som for Figur 4-2, Kilde for Norge for årene 1976-78: Pål Marius Berg, SSB, pers. medd.

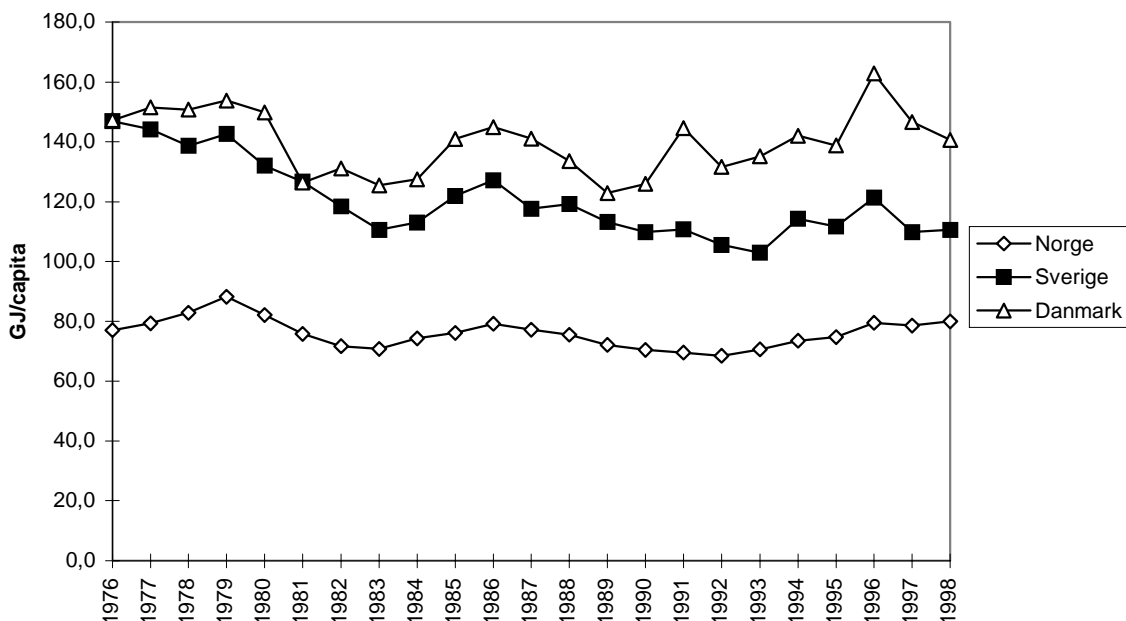
4.6 Forbruk av ikke-fornybare energikilder

Her har vi samlet forbruket av ikke-fornybare energikilder i en kategori. I denne inngår olje og oljeprodukter, naturgass, kull og koks, og atomenergi. Som vi har vært inne på, byr atomenergien på et problem når vi snakker om primært energiforbruk. Vi har valgt å bruke ta utgangspunkt i modellen "Sverige 1" for Sveriges primære forbruk.

For å vurdere sammenliknbart forbruk av ikke-fornybar energi, har vi tatt utgangspunkt i det primære forbruket av slik energi. Forbruket er fratrukket energi som er brukt i energisektorene og energi som er brukt som råvarer. Dessuten er forbruket i utenriks sjøfart utelatt. På den måten korrigerer vi for forbruk av gass i oljeproduksjon, energi som er brukt i raffinerier, og dessuten utelates fossile energivarer som brukes som råstoff. Tap ved distribusjon og omforming til andre energibærere er ikke trukket fra. Denne beregningsmåten gjør at Norge, som har mange oljeraffinerier og stor petrokjemisk industri, her kommer ut med et noe lavere forbruk av fossil energi enn det totale.

Figur 4-4 viser utviklingen i bruken av ikke-fornybar energi i Norge, Sverige og Danmark. Vi ser at forbruket i Danmark er høyt, men litt synkende (i unntaksåret 1996 eksporterte Danmark betydelige mengder kullkraft til Norge og Sverige på grunn av lite nedbør og lave temperaturer). For Sveriges vedkommende ser vi en litt sterkere synkende tendens.

Forbruket av ikke-fornybar energi i Norge ligger vesentlig lavere enn i våre skandinaviske naboland. Tendensen er imidlertid en noe annen enn i nabolandene, som har fått til en svak reduksjon av forbruket. I Norge har forbruket av ikke-fornybar energi vært nokså stabilt i perioden, når vi altså ikke tar med forbruket i oljesektoren og i raffineriene.



Figur 4-4. Forbruk av ikke-fornybare energikilder per capita i Norge⁷, Sverige⁸ og Danmark 1976-98. Summert forbruk av olje, gass, kull, koks og atomenergi. Forbruk i energisektoren, energivarer brukt som råvarer og forbruk i utenriks sjøfart er unntatt. Omregnet til per capita-verdier av forfatteren. Kilder: Norge: [SSB N&M 2000, NOS Energistat 1989, 1992, 1998, SSB Energistatistikk], Sverige: [Energiläget 1999], Danmark: [Energistyrelsen 2000].

4.7 Forbruk av "gamle fornybare" energikilder

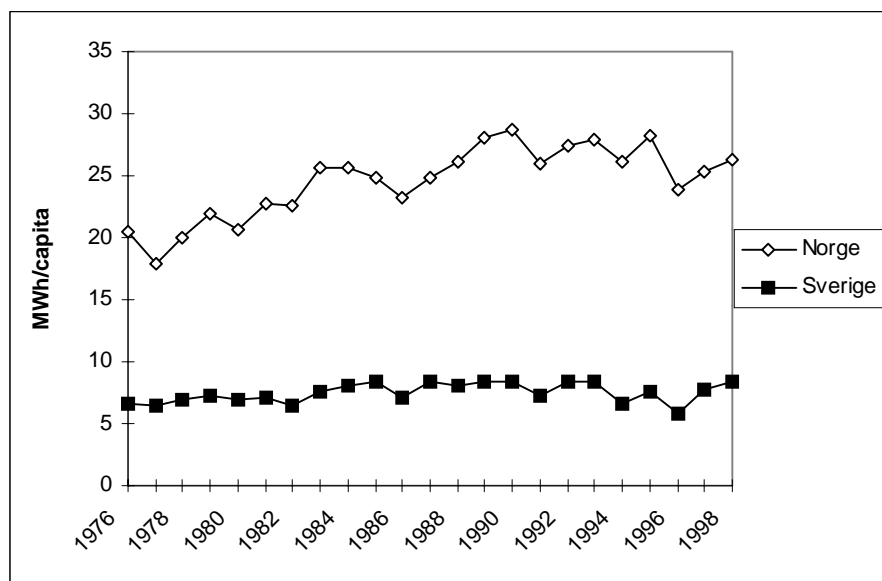
I kapittel 4.4 og 4.5 så vi at Norge og Sverige bruker mest energi per capita i Skandinavia, men samtidig så vi i kapittel 4.6 at forbruket av ikke-fornybar energi er høyest i Danmark. Forklaringen er sjølsagt vannkraft.

I Norge utgjør vannkraft praktisk talt hele elektrisitetsproduksjonen, og i Sverige nesten halvparten. Etter en lang periode med utbygging av nye vassdrag var den årlige produksjonen av vannkraft i Norge på 1990-tallet omkring 115 TWh (drøyt 400 PJ). I Sverige har produksjonen de siste 20 årene vært rundt 70 TWh (omkring 250 PJ) per år. Nedbørsmengdene fra år til år avgjør størrelsen på produksjonen. Danmark har en nærmest ubetydelig produksjon av vannkraft – omkring 25 GWh per år.

Figur 4-5 viser elektrisitetsproduksjonen fra vannkraft per capita i Norge og Sverige. Vi ser at den norske vannkraftproduksjonen er mer enn tre ganger høyere enn den svenske per capita.

⁷ Råvareforbruket er estimert av forfatteren for perioden 1976-78.

⁸ Vi har tatt utgangspunkt i det svenske primære forbruket etter modellen "Sverige 1". Se kapittel 4.3 for en diskusjon av dette.



Figur 4-5. Produksjon av vannkraft per capita i Norge og Sverige 1976-98. Kilder: Norge: [SSB Elektrisitetsstatistikk 1998], Sverige: [Energiläget 1999]

4.8 Forbruk av nye fornybare energikilder

Av de fornybare energikildene utenom vannkraft er det bio-, vind- og solenergi som har noen innvirkning på energiregnskapene.

Bioenergien er den fornybare energikilden som har fått størst betydning, og har passert den "gamle fornybare" energikilden vannkraft i Norden.

Det er verdt å merke seg at det er vindenergien som egner seg best til produksjon av elektrisitet – energi av høyeste kvalitet. Bioenergi brukes til en viss grad i Sverige og Danmark til produksjon av elektrisitet, men da produseres både kraft og varme (kraftvarmeverk).

4.8.1 Bioenergi

Bioenergi brukes som en samlebetegnelse på all bruk av biologisk materiale til energiformål. Så lenge tilveksten av biologisk materiale – for eksempel skog – er minst like stor som uttaket, bidrar bioenergi med null netto utslipp av CO₂ til atmosfæren. Nettopp dette har bidratt til at bioenergi har fått økt interesse i den rike delen av verden de siste ti årene. For store deler av verdens befolkning er bioenergi den desidert viktigste energikilden, men i den rike delen av verden har betydningen av bioenergi gått ned på grunn av utnyttelse av fossil energi og atomenergi.

Bioenergi er altså ikke en "ny" fornybar energikilde i ordets rette forstand, men bioenergi kommer allikevel inn under betegnelsen. Bruken av bioenergi i Skandinavia var synkende i flere årtier før 1970-tallet da oljekrisene gjorde bioenergien interessant på ny. I Norge og Sverige økte bruken av vedfyring, og i celluloseindustrien ble avlutene utnyttet bedre. For Danmark, som har lite skog, økte utnyttelsen av restprodukter fra jordbruket.

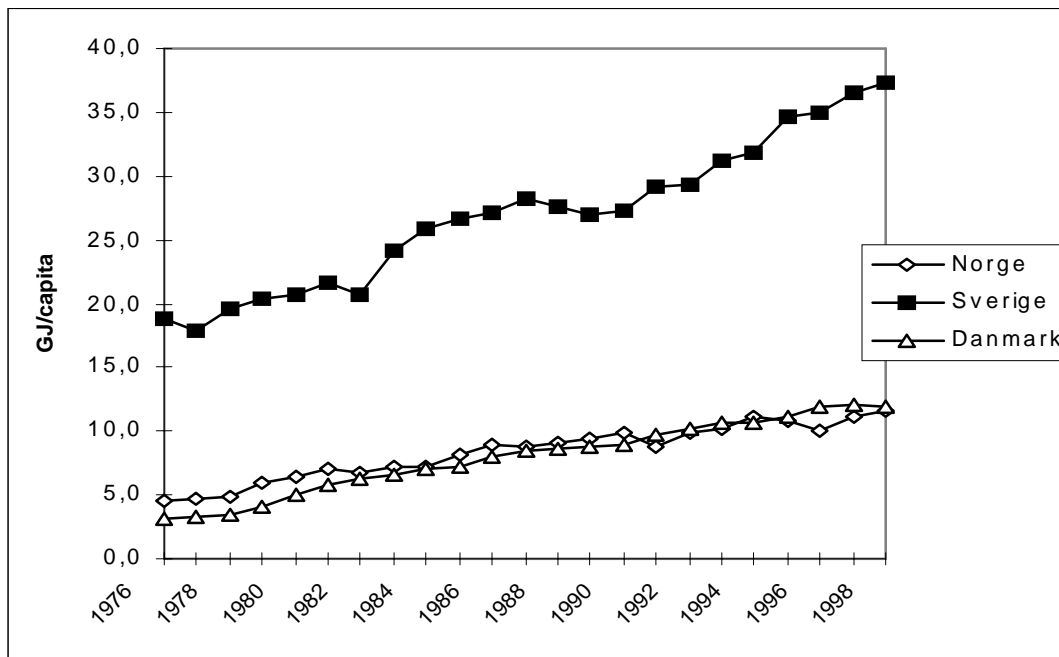
Sjøppelforbrenning⁹ blir også inkludert i statistikken over bioenergi, og i alle tre landene har varmeproduksjonen fra søppelforbrenning økt. I Sverige og Danmark utnyttes imidlertid også betydelige mengder rene biomasser i form av rivingsvirke, treflis, trepellets, halm og biogass.

Figur 4-6 viser det primære forbruket av bioenergi i de skandinaviske landene. Figuren viser at bruken av bioenergi har steget i alle tre landene, men desidert mest i Sverige. Sveriges primære forbruk av bioenergi var 331 PJ i 1998, mer enn seks ganger høyere enn Norges og drøyt fem ganger høyere enn Danmarks.

Svenskenes store mengder skog er en del av forklaringen, men ikke hele. Forbruket av bioenergi i Sverige har nemlig steget med hele 114 prosent fra 1976 til 1998. Til sammenlikning har forbruket i Norge steget med 170 prosent og i Danmark med 289 prosent i samme periode. Det er imidlertid verdt å merke seg at Sveriges forbruk var henholdsvis åtte og ti ganger høyere enn Norges og Danmarks i 1976. Sveriges forsprang på bruk av bioenergi har i absolutte tall bare blitt større.

Det er også verdt å merke seg at Danmark såvidt har passert Norge i bruk av bioenergi per capita i løpet av perioden. I begge landene øker forbruket, men det øker altså mest i Danmark.

⁹ Restavfall er ikke ren biomasse. Dessuten kan det stilles spørsmålsteget ved om det er miljømessig forsvarlig å forbrenne våtorganisk avfall. Vi går ikke inn på noen diskusjon her.



Figur 4-6. Primært forbruk av bioenergi per capita i Norge, Sverige og Danmark 1976-98. Kilder: Norge¹⁰: [NOS Energistat. 1998], Sverige: [Energiläget 1999], Danmark: [Energistyrelsen 2000].

4.8.2 Vindenergi

Når det gjelder utnyttelse av vindenergi, kan historien gjøres rimelig kort for Norge og Sverige. Av de skandinaviske landene er det nemlig bare Danmark som har en noenlunde betydelig produksjon av elektrisitet fra vindkraftverk. Svenskene har en produksjon som er omtrent en tidel av den danske, og Norges produksjon er omtrent en tidel av den svenske.

I 1998 ble det produsert 2,8 TWh (10 PJ) vindkraft i Danmark, tilsvarende 8,7 prosent av danskernes elforbruk [Energistyrelsen 2000]. Det ble produsert 525 kWh vindkraft per capita samme året. Produksjonen i begynnelsen av 1980-årene var praktisk talt null, og økningen har skjedd særlig de seineste årene. Produksjonen i 1998 var nesten fem ganger større enn den var i 1990 og drøyt dobbelt så stor som i 1996.

Sveriges produksjon av vindkraft var i 1998 0,3 TWh (1 PJ), tilsvarende 0,2 prosent av deres samlede elforbruk [Energiläget 1999]. Produksjonen er imidlertid i vekst også her, og produksjonen i 1998 var tre ganger høyere enn i 1995. Vindkraft kan ikke sies å ha noen betydning for den svenske elektrisitetsproduksjonen ennå.

For Norges vedkommende er det lite å melde om når det gjelder vindenergi. Til tross for at vi har de desidert største ressursene (se kapittel 4.2), er produksjonen fortsatt mikroskopisk. I

¹⁰ I statistikken er det primære forbruket av bioenergi bare angitt for 1997. For de andre årene er bare sluttforbruket angitt. Det primære energiforbruket er derfor estimert av forfatteren med utgangspunkt i forholdet mellom primært forbruk og sluttforbruk i 1997. Avstanden mellom de to er omlag 10 prosent, men feilen som er gjort her er vesentlig mindre.

1997 var produksjonen 12 GWh (43 TJ) [NOS Energistat. 1998], og den ble anslått å være 38 GWh i 1999 [OED 2000]. Norsk vindkraft utgjør foreløpig mindre enn en halv promille av landets elektrisitetsforbruk.

4.8.3 Solenergi

Sola utnyttes først og fremst til produksjon av varmeenergi, og produksjonen av elektrisitet basert på sol er foreløpig svært liten. Elektrisitetsproduksjon skjer i hovedsak på isolerte steder utenfor elnettet, for eksempel på hytter. Det er utnyttelsen av solvarme som er av praktisk betydning. Vi tar for oss energiproduksjonen fra *aktiv* solvarme. Passiv utnyttelse av solvarme kommer utenom tallene som oppgis her.

Man regner med at det er installert ca. 6 000 m² med solfangere i Norge til oppvarming av rom- og/eller tappevann [Norsk solenergiforening 1999]. Anleggene leverer omlag 5,4 TJ (1,5 GWh) varme per år¹¹. Produksjonen tilsvarer 1,2 MJ (0,34 kWh) per capita, altså en forsvinnende mengde i det totale energiforbruket.

I Sverige er solvarme betydelig mer utbredt enn i Norge. I 1997 var det installert ca. 170 000 m² solfangerareal [Norsk solenergiforening 1999], svarende til en årlig produksjon på omlag 184 TJ¹² (51 GWh). Per capita er den svenske produksjonen relativt liten, men 17 ganger høyere enn den norske.

Danmark har ført nøye statistikk over solvarmeproduksjonen de siste to tiårene. De siste årene har produksjonen økt betydelig, og i 1998 ble det produsert 300 TJ (83 GWh) [Energistyrelsen 2000]. Det samlede solfangerarealet var ved utgangen av 1997 over 240 000 m² [Norsk solenergiforening 1999]. Produksjonen av solvarme i Danmark var i 1998 57 MJ (16 kWh) per capita – knapt tre ganger høyere enn i Sverige og over 40 ganger høyere enn i Norge.

4.8.4 De nye fornybare energikildenes andel av energiforbruket

Avslutningsvis kan vi sette opp følgende tabell som viser betydningen av nye fornybare energikilder i de tre landene.

Tabell 4-2. Prosentvis andel av det primære energiforbruket som er dekket av nye fornybare energikilder i Norge, Sverige¹³ og Danmark i 1998. Kilder: Samme som for Figur 4-1 og foregående avsnitt i kapittel 4.8.

Prosent	Norge	Sverige	Danmark
Bioenergi	4	19	7
Vindenergi ¹⁴	0,01	0,07	1
Solenergi ¹⁵	0,0004	0,01	0,04

¹¹ Energiutbyttet antas å være 250 kWh/m².

¹² Forutsatt et gjennomsnittlig energiutbytte på 300 kWh/m².

¹³ Vi har brukt modellen Sverige 1 for det primære energiforbruket i Sverige. Se kapittel 4.3 for en diskusjon av dette.

¹⁴ Estimert for Norge.

¹⁵ Tall fra 1997 for Norge og Sverige.

Det kan innvendes mot denne oppstillingen at Norge kommer urettferdig ut av sammenlikningen, fordi vi har et høyt primært energiforbruk på grunn av forbruket på kontinentalsokkelen. Til det kan det sies at det norske forbruket av nye fornybare energikilder er lavt uansett hvordan man ser på det. Norge har nemlig også det høyeste sluttforbruket av energi.

4.9 Energieffektivitet

Det er to hovedingredienser som skal til for å skape et bærekraftig energisystem: Den ene er at energien er fornybar – som vi har sett på tidligere. Den andre ingrediensen er at energien utnyttes effektivt, slik at man kan spare energi.

Vi vil derfor i dette avsnittet se litt på hvilke energibærere som benyttes, hvilke behov de dekker, og grovt vurdere hvor effektivt landene bruker energien.

4.9.1 Litt om energikvalitet

Ulike energibærere som olje, ved, varmtvann, elektrisitet og så videre har ulik kvalitet. 1 MJ elektrisitet og 1 MJ fjernvarme gir den samme oppvarmingseffekten, men det er åpenbart at elektrisiteten kan nyttiggjøres på flere måter. Hele energimengden som finnes i en hvilken som helst form, kan omdannes med 100 prosent virkningsgrad til varme. Bare energi av høy kvalitet kan brukes til belysning, til å drive motorer og andre maskiner av mange typer.

Mekanisk energi i form av for eksempel vann- eller vindkraft kan omdannes til elektrisitet med høy virkningsgrad, og elektrisiteten kan igjen omdannes – med høye virkningsgrader – til mekanisk arbeid, kjemisk lagret energi, stråling i form av synlig lys eller varme ved ekstremt høy temperatur. Elektrisitetsproduksjon i varmekraftverk fører til at en stor del av energien går tapt i form av energi av lav kvalitet (spillvarme) som kan være vanskelig å utnytte.

Fordi energibærere av høy kvalitet kan brukes til å drive motorer, lys og andre innretninger, er det viktig at disse forbeholdes slike eksklusive formål. Bruk av høyverdig energi i form av elektrisitet direkte til oppvarming innebærer en indirekte sløsing med energien, fordi det kreves store ressurser å skaffe elektrisitet til veie. Dessuten kan bruk av elektrisitet til å drive varmpumper gi 2-5 ganger mer varme enn direkte bruk av elektrisiteten, tilsvarende en "virkningsgrad" på 200-500 prosent.

Det kreves enten store eller knappe ressurser for å skaffe elektrisitet til veie. Det kreves mer av et brensel (ved, olje, kull eller gass) for å produsere elektrisitet enn for å skaffe like mye energi i form av varme. Vann- og vindkraft er knappe ressurser i nordisk sammenheng, og enda knappere i europeisk.

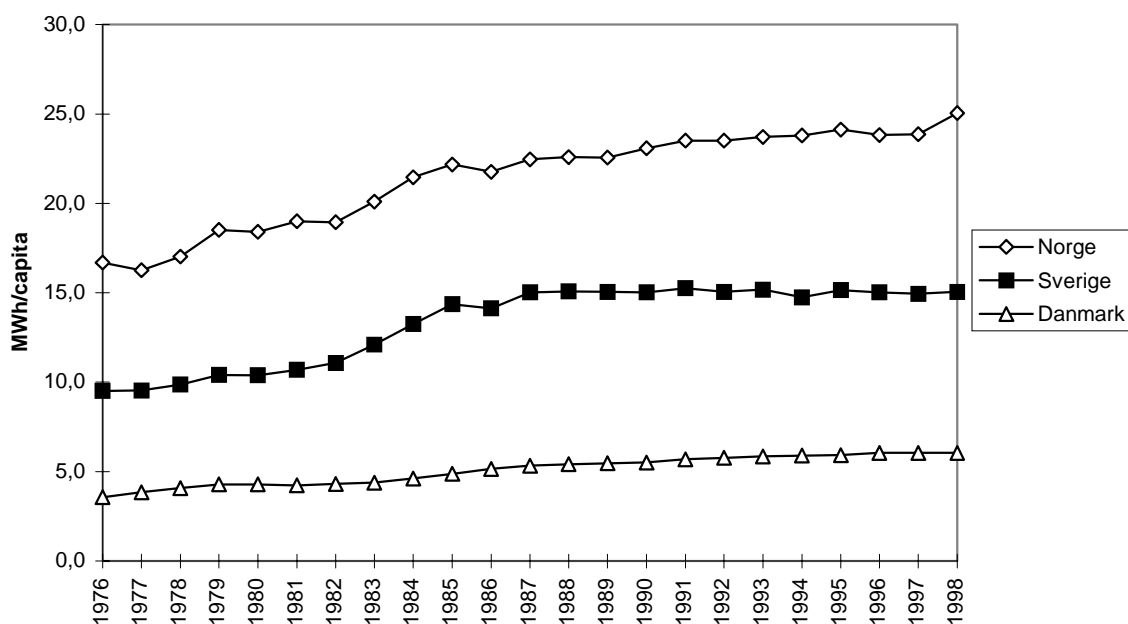
4.9.2 Forbruk av elektrisitet

Elektrisitet er energi av høyeste kvalitet, og skaffes av de fleste land til veie hovedsakelig i varmekraftverk. Norges situasjon er imidlertid spesiell ved at vi produserer praktisk talt all elektrisitet fra vannkraft. God tilgang på vassdrag som har blitt bygd ut har ført til at vi har et ekstremt høyt forbruk av elektrisitet. Vannkraft spiller en betydelig rolle også i Sverige, og omlag halvparten av strømforbruket dekkes av slik energi. Den andre halvdelens dekkes av

kjernekraft. Varmekraft spiller en mindre rolle. I Danmark er situasjonen at det meste av strømforbruket dekkes av varmekraft, stort sett basert på fossil energi.

Det totale sluttforbruket av elektrisitet i Norge var 109 TWh (393 PJ) i 1998. I Sverige var forbruket 133 TWh (480 PJ) og i Danmark 32 TWh (115 PJ). Elektrisitet utgjorde henholdsvis 49, 34 og 18 prosent av det totale sluttforbruket i Norge, Sverige og Danmark.

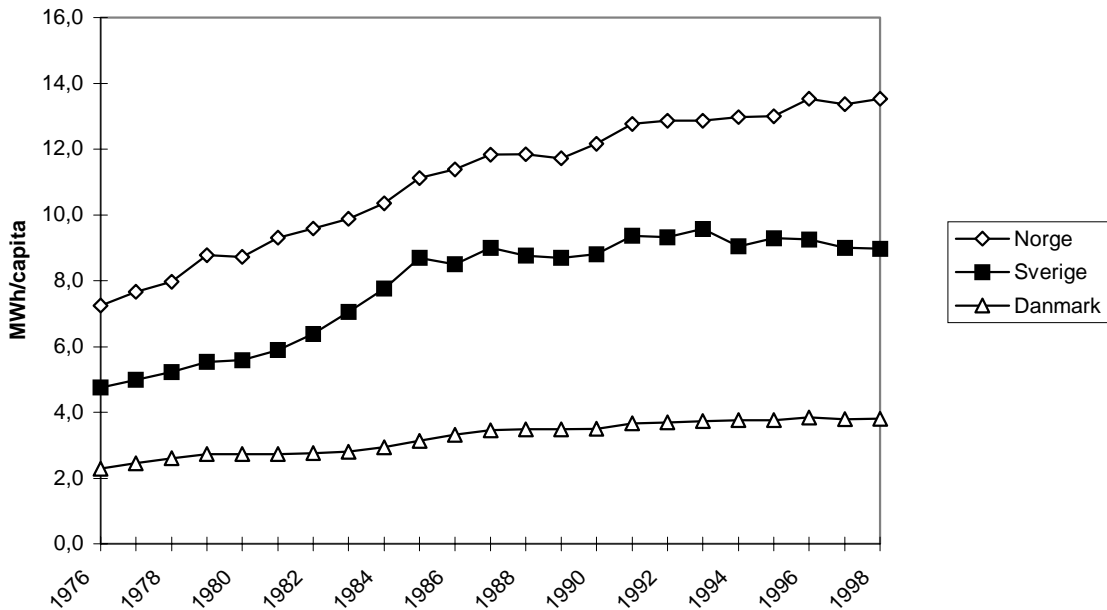
Figur 4-7 viser elektrisitetsforbruket per capita i de tre landene. Vi ser at Norges forbruk er i en klasse for seg, med Sverige som en klar toer. Danmark har hatt og har et betydelig lavere forbruk enn naboene i nord. En stor del av forklaringen på den store forskjellen i elektrisitetsforbruk er tilgangen på vassdrag som har kunnet gi kraft.



Figur 4-7. Elektrisitetsforbruk per capita i Norge, Sverige og Danmark 1976-98.
Kilder: Norge: [NOS Energistat. 1998], Sverige: [Energiläget 1999], Danmark [Energistyrelsen 2000].

Sammenlikningen i Figur 4-7 kan man hevde er “urettferdig” fordi tre land med ulik industristruktur sammenliknes direkte på forbruk av elektrisk energi. Norge og Sverige har en betydelig kraftkrevende industri og treforedlingsindustri, mens den danske industrien overveiende driver lite energikrevende ferdigvareproduksjon. Når vi tar med i betraktning at en stor del av industriproduksjonen blir eksportert, kan det være interessant å se på elforbruket fratrukket det som forbrukes i industrien.

Figur 4-8 viser utviklingen i elektrisitetsforbruket per capita når industri holdes *helt utenfor*. Nordmenn har også i denne modellen det desidert største forbruket av elektrisitet. Norges forbruk per capita stiger dessuten vesentlig raskere enn i nabolandene, og i 1998 var det 13,5 MWh (13 500 kWh eller 49 GJ) per capita. Dette er halvannen gang høyere enn svenskernes forbruk (9,0 MWh), og tre og en halv gang høyere enn danskenes (3,8 MWh). Det er også verdt å merke seg at Sveriges forbruk – både når vi tar med og ser bort fra industri – har flatet ut siden midten av 1980-tallet, at Danmark har en liten vekst, mens Norges forbruk øker desidert kraftigst. Forklaringen på økningen i elforbruket i Norge er altså at forbruket i boliger, service, forvaltning og så videre – har vokst kraftig.

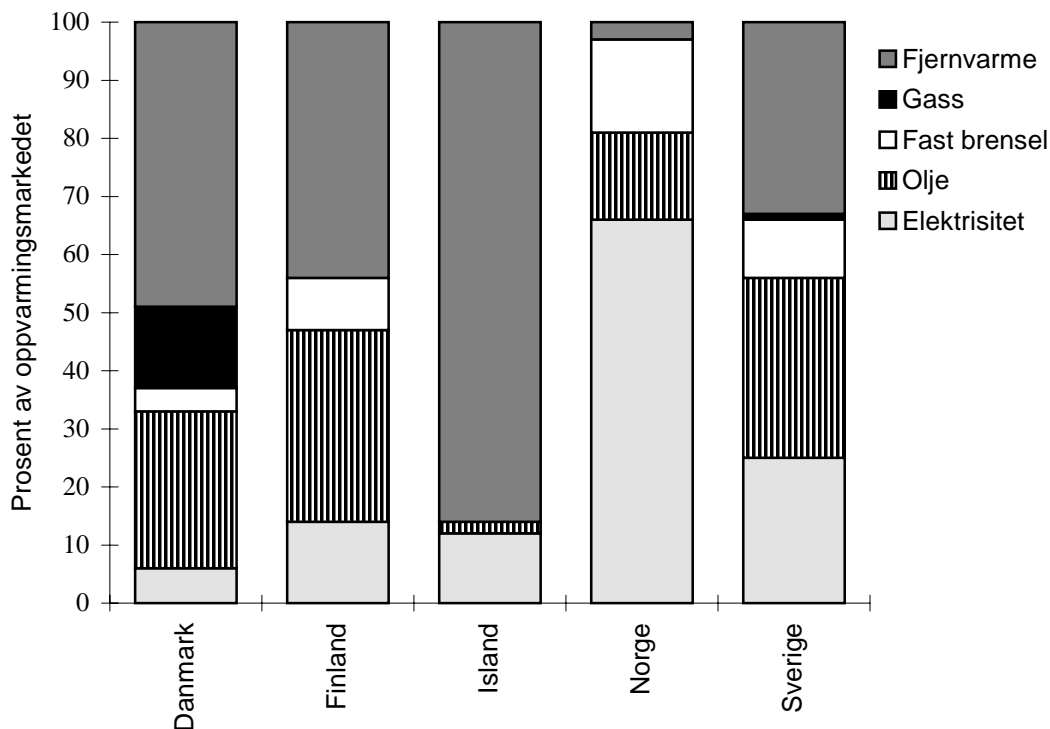


Figur 4-8. Elektrisitetsforbruk per capita i Norge, Sverige og Danmark¹⁶ med fratrukk for forbruk i industrien 1976-98. Kilder: Norge: [NOS Energistat. 1998, SSB-energistatistikk], Sverige: [Energiläget 1999], Danmark: [Energistyrelsen 2000].

4.9.3 Oppvarming

Norges manglende satsing på vannbåren varme er en viktig forklaring på hvorfor elektrisitetsforbruket i Norge er vesentlig høyere enn i andre land (kapittel 4.9.2). De siste tre tiårene har elektrisk oppvarming tatt over stadig mer, og utgjør nå knapt 70 prosent av energien som går til romoppvarming og varmtvann. Figur 4-9 viser oppvarmingsmåter i alle de nordiske landene.

¹⁶ For Danmark er forbruket i både industri og landbruk trukket fra. Det kan argumenteres for dette med at Danmark eksporterer en del jordbruksvarer. Imidlertid spiller jordbrukets forbruk liten rolle i det totale regnskapet.



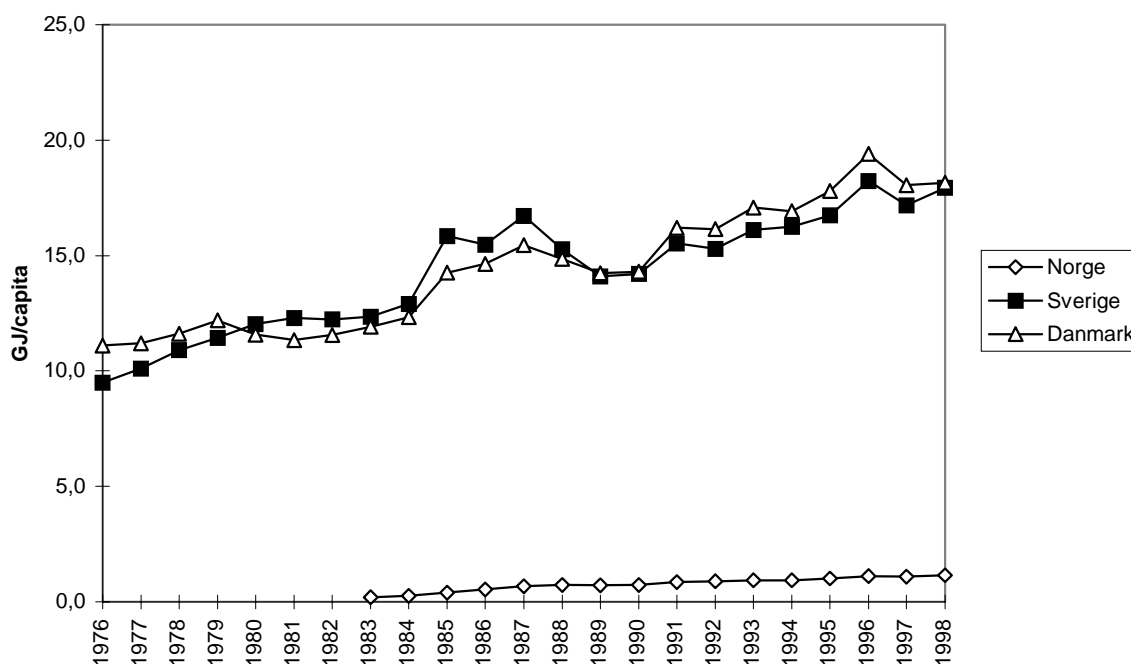
Figur 4-9. Oppvarming i Norden (1997). Prosentvis bruk av fjernvarme, gass, fast brensel¹⁷, olje og elektrisitet i alle de nordiske landene. Kilde: [NOU 1998:11].

Fjernvarme, basert på fornybar energi (først og fremst bioenergi) og spillvarme, er en miljøvennlig oppvarmingsmetode. Fjernvarme som er basert på fossil energi er ikke bra. Når fjernvarmerørene først er lagt, og husene har radiatorer eller golvvarme og dermed kan varmes opp med varmt vann, er det imidlertid et mindre problem å bytte fra fossil energi til bioenergi, spillvarme eller en annen energikilde i fjernvarmeverket. Når husene bare har elektriske panelovner, blir det langt mer kostbart å innføre fjernvarme: det må investeres både i varmeverk, i rørledningsnett og i nytt varmfordelingssystem i hvert enkelt hus. Kostnaden ved å redusere strømforbruket til oppvarming i Norge øker når vi bygger hus som er ensidig basert på direkte elektrisk oppvarming gjennom panelovner.

Produksjonen av fjernvarme per capita i Norge, Sverige og Danmark er vist i Figur 4-10. Vi ser at bruken av fjernvarme er i vekst i alle tre landene, men Norge ligger sørgelig langt etter. I Danmark og Sverige var leveransen av fjernvarme per capita omlag 18 GJ (5 000 kWh) i 1998, mens den i Norge var 1 GJ (300 kWh). Til sammenlikning var det norske elektrisitetsforbruket 49 GJ per capita (unntatt industri).

Spredt bebyggelse er en del av forklaringen på hvorfor fjernvarme er lite utbredt i Norge, men manglende satsing på å bygge opp infrastruktur må også ta en betydelig del av skylda. Når vi tar med i betraktningen at norske boliger er gjennomsnittlig større enn i nabolandene, blir misforholdet mellom den lille fjernvarmeproduksjonen i Norge og den vesentlig større i Sverige og Danmark enda mer påfallende.

¹⁷ Kull, koks og ved.



Figur 4-10. Sluttforbruk av fjernvarme per capita i Norge, Sverige og Danmark 1976-98. Kilder: Norge: [SSB N&M 2000, SSB-energistatistikk], Sverige: [Energiläget 1999], Danmark: [Energistyrelsen 2000].

4.9.4 Bruk av varmepumper

Varmepumper fungerer på samme måte som kjøleskap, bare med motsatt formål. I stedet for å trekke varmen ut fra et skap, skaffer varmepumpa varme fra omgivelsene til oppvarming av bygninger og varmtvann. Gode varmekilder i omgivelsene kan være sjø- eller elvevann, jorda og så videre.

Det trengs energi av høy kvalitet – helst elektrisitet – til å drive ei varmepumpe. Slik bruk av elektrisiteten gir imidlertid 2-5 ganger mer varme enn direkte bruk, avhengig av hvor effektiv pumpe er, hvor god varmekilden er og dimensjoneringen av anlegget. En typisk "varmefaktor"¹⁸ er 3-4. Bruk av varmepumper som erstatning for elektrisk oppvarming kan altså gi en energibesparelse på rundt 70 prosent. Konsekvensene for omgivelsene som avgir varme, er vanligvis marginale.

I praktisk anvendelse dimensjoneres ikke varmepumper for å dekke hele varmebehovet i en bygning. Hvis topplasten på for eksempel 15 prosent dekkes av direktevirkende el og varmefaktoren er 3, reduseres el-forbruket til oppvarming med 57 prosent. Dersom de 15 prosentene dekkes med bioenergi, reduseres el-forbruket med 72 prosent.

Bruk av varmepumper er gunstig hvis det er god tilgang på elektrisitet som er produsert uten store tap (dersom strømmen produseres i varmekraftverk går noe av vinninga opp i spinninga), det er lang fyringssesong, og det er god tilgang på varmekilder i omgivelsene. Norge oppfyller

¹⁸ Forholdet mellom hvor mye varme som leveres og hvor mye elektrisitet som forbrukes.

alle disse kriteriene bedre enn nabolandene våre. Allikevel er bruken av varmpumper påfallende lite utbredt i Norge.

Det finnes om lag 25 000 varmpumper i Norge, og disse produserer årlig en varmemengde på 4,5-5 TWh (16-18 PJ). I Sverige er antallet varmpumper vesentlig høyere, og produksjonen er om lag 20 TWh (72 PJ) [Sintef 1999]. Det installeres hvert år omtrent like mange varmpumper i Sverige som det finnes totalt sett i Norge. Det finnes mer enn 300 000 varmpumper i Sverige [NOU 1998:11]. Forskjellen i produsert varmemengde fra varmpumper er altså mindre enn forskjellen i antall pumper. Forklaringen er at det finnes mange flere varmpumper i svenske enn i norske boliger.

I Danmark er varmpumper nokså lite utbredt. Grunnen er at majoriteten av elektrisiteten skaffes til veie i varmekraftverk, og dermed oppnås en liten energibesparelse ved å bruke varmpumper. Varmepumper til erstatning for direktevirkende el gir imidlertid en besparelse. I Danmark leverer varmpumpene årlig om lag 1 TWh (3,4 PJ) [Energistyrelsen 2000].

Regnet per innbygger finner vi at den varmpumper leverer cirka 1,1 MWh/capita i Norge, 2,3 MWh/capita i Sverige og 0,2 MWh/capita i Danmark.

5. Statlig innsats på energiområdet

5.1 Innledning

I kapittel 4 tok vi for oss hva som har skjedd med forbruket av energi, og hvordan det har fordelt seg på ikke-fornybare, "gamle fornybare" og nye fornybare energikilder i løpet av de siste 25 årene. Nå skal vi se litt på hvilke virkemidler Norge, Sverige og Danmark har tatt og tar i bruk for å påvirke energiforbruket i retning av sparing og nye fornybare energikilder.

Tiltakene kan ha til dels svært ulik karakter og virkemåte. Virkemidlene kan være rettet mot forbrukerne, produsentene eller distributørene av energi. De kan ha form av avgifter, forbud, tilskuddsordninger, avgiftslette og så videre.

Vi vil her skille mellom virkemidler som fungerer som "pisk" og "gulrot". "Piskene" innebærer en eller annen form for tvang, det vil si avgifter på energivarer, forskrifter om energibruk, forbud mot bestemte typer aktiviteter/innretninger og andre (lov)reguleringer. "Gulrøttene" kan være ulike typer tilskuddsordninger – til investeringer i produksjon av fornybar energi og energisparende utstyr, avgiftslette for bestemte typer investeringer og bruk av offentlige penger til forskning og utvikling av ny energiteknologi.

For å gjøre tallene sammenliknbare vil vi regne om til norske kroner i det følgende.

5.2 Avgifter på energi

Avgifter på energi er et kraftig virkemiddel i forhold til å dreie forbruket i retning av sparing/effektivisering og fornybar energi. Avgiftene kan settes på produksjon av energibærere, for eksempel ved produksjon av elektrisitet, eller på forbruket av energien. Uansett er avgiftsnivået et av de kraftigste virkemidlene myndighetene har for å påvirke forbruket av energi.

Energivarer har lenge vært avgiftsbelagt i de skandinaviske landene. Opprinnelig var hensikten med avgiftene å skaffe penger i statskassene, men etter hvert har avgiftene tatt form av miljøavgifter i en eller annen form. CO₂-avgifter, avgifter på svovelutslipp og andre avgifter skal fungere slik at forbrukerne avgiftsbelegges i forhold til hvor stor miljøbelastning de forårsaker. Slike energiavgifter omtales gjerne som "grønne skatter".

Beskatningen i de skandinaviske landene er ulikt lagt opp. Danmark har for eksempel CO₂-avgift på elektrisk kraft, i motsetning til Norge og Sverige som har CO₂-fri kraftproduksjon. Kraftproduksjonen i Norge og Sverige er imidlertid ikke uten negative konsekvenser for miljøet, men det finnes ingen avgifter som direkte gjenspeiler de negative følgene av å demme ned vassdrag og produsere kjernekraft-avfall¹⁹.

Tabell 5-1 viser summen av avgiftene på noen energivarer i de tre landene i 1998. Legg merke til at industrien betaler vesentlig lavere avgifter enn husholdninger, jordbruk og annen næringsvirksomhet.

¹⁹ Svenskene har lagt en avgift på 2,7 øre/kWh på elektrisitet som produseres i kjernekraftverk. Dette må betales av produsentene – ikke av forbrukerne av kjernekraft.

Tabell 5-1. Avgifter²⁰ i norske kroner og øre på noen viktige energivarer i Norge, Sverige og Danmark 1998. Kilde: [NOS Energistat. 1998].

Energivarer	Norge	Sverige	Danmark
Bensin			
95 oktan (øre/liter)	663	577	524
Diesel²¹			
(øre/liter)	387	253	184
Lett fyringsolje (kr/m³)			
– Industri	445	502	293
– Husholdninger	1098	2477	3054
Elektrisitet (øre/kWh)			
– Industri	0	0	9
– Husholdninger ²²	15	26 ²³	97

Fra tabellen ser vi at det ikke er et land som peker seg ut med spesielt hard beskatning av energi. Når det gjelder drivstoff, har Norge de høyeste avgiftene, med Sverige og Danmark litt bak. Utviklingen av prisene på drivstoff har vært omtrent i takt med den generelle konsumprisindeksen i landene.

Fyringsolje beskattes lettest for industrien i Danmark og hardest for industrien i Sverige. Når det gjelder husholdningene, er det Danmark som har den hardeste beskatningen, og Norge den desidert laveste. Sammenliknet med den generelle prisutviklingen, har prisen på fyringsolje til husholdningene blitt skrudd opp i Danmark. I Norge og Sverige har prisen holdt seg relativt stabil.

Avgiftene på elektrisitet er svært forskjellige i de tre skandinaviske landene. Norge og Sverige har et avgiftsnivå som er vesentlig lavere enn Danmarks, og forbruket av elektrisitet gjenspeiler dette (se kapittel 4.9.2). Norske husholdninger betalte 50,6 øre/kWh i 1998, svenske betalte 71,6 øre/kWh i 1997, og danske husholdninger betalte 160,9 øre/kWh i 1998. Forskjellen er dramatisk. I alle de tre landene har industrien gunstige avgiftsbetingelser på elektrisk energi [NOS Energistat. 1998].

Utviklingen i prisnivået på elektrisitet viser at nordmenn har hatt en relativt jevn pris de siste omlag 20 årene. Også i Sverige har elektrisitetsprisen holdt seg nokså stabil, med en liten prisoppgang de siste årene. I Danmark har prisen på el vært betydelig høyere enn i nabolandene og den har også steget litt de siste årene.

Tabell 5-2 viser hvor store inntekter avgiftene på energi gir til statskassen i de tre landene.

²⁰ Inklusive alle avgifter, unntatt priser til industrien, som er eksklusive mva.

²¹ Eksklusive mva. for Sverige og Danmark.

²² Avgiftene er noe lavere i de nordligste delene av Norge og Sverige.

²³ Avgift i 1997.

Tabell 5-2. Statsinntekter fra energiavgifter²⁴ i Norge, Sverige²⁵ og Danmark i 1998 og 2000. Alle tall i norske kroner. Kilder: Norge: [St.meld. 3 (1998-99), Finansdep. 2000], Sverige: [Riksskatteverket 1999, 2000] og Danmark: [Skatteministeriet 2000].

	Norge	Sverige	Danmark
Totale statsinntekter (mrd. kr)			
- 1998	22,9	46,6	32,7
- 2000	25,1	49,1	37,6
Statsinntekter per capita (kr)			
- 1998	5 200	5 300	6 200
- 2000	5 600	5 500	7 100

Vi ser at nordmenn og svensker betaler omtrent like mye i energiavgifter årlig, mens danskene har en klart høyere beskatning av energibruk. Dessuten har økningen i avgiftene vært størst i Danmark. For å gjøre sammenlikningen bedre kan det være interessant å se på hva beskatningen utgjør per energienhet av elektrisk og fossil energi som forbrukes i landene.

Hvis vi unntar den delen som kommer fra nye fornybare energikilder vil energibeskatningen per energienhet av det primære energiforbruket bli som følger: For Norges vedkommende utgjorde dette forbruket 1 157 PJ i 1998. Energibeskatningen var dermed omkring 2,0 øre/MJ (7,1 øre/kWh). I Sverige var det tilsvarende forbruket 1 394 PJ²⁶, slik at energibeskatningen utgjorde om lag 3,3 øre/MJ (12,0 øre/kWh). Tilsvarende var forbruket i Danmark 771 PJ, og energibeskatningen utgjorde dermed 4,2 øre/MJ (15,3 øre/kWh).

Regnet i forhold til sluttforbruket av energi, minus forbruket av nye fornybare energikilder, får vi en litt annen energibeskatning. Vi finner da at energibeskatningen i Norge i 1998 var omtrent 3,0 øre/MJ (10,9 øre/kWh), i Sverige 4,3 øre/MJ (15,5 øre/kWh) og i Danmark 6,0 øre/MJ (21,5 øre/kWh).

Beskatningen på energi er altså klart høyest i Danmark, med en energibeskatning per energienhet som er dobbelt så høy som i Norge. Den svenske beskatningen tilsvarer knapt gjennomsnittet av den norske og danske. Det er også verdt å merke seg at utviklingen i beskatningen gjør at i 2000 er avstanden fra Danmark til Norge og Sverige enda større.

5.3 Reguleringsbestemmelser, forskrifter og retningslinjer

Energiavgiftene som ble behandlet i forrige kapittel, har til hensikt å endre energiforbruket gjennom økonomiske virkemidler. Myndighetene har også muligheten til å styre energiforbruket gjennom ulike krav og forbud.

En grundig gjennomgang av de skandinaviske landenes lover og forskrifter som gir utslag energiforbruket er utenfor rammen for denne rapporten. Vi vil her bare se på noen grep som er gjort for å påvirke energiforbruket i retning nedover.

²⁴ Rene energiavgifter, CO₂-avgifter og svovelavgifter. For Sveriges vedkommende er også en kjernekraftavgift på 2,7 svenske øre/kWh (som pålegges produsentene av kjernekraft) inkludert.

²⁵ Tall fra 1999 for Sverige.

²⁶ Med modellen "Sverige 1".

5.3.1 Byggeforskrifter

Byggeforskriftenes krav til varmeteknisk standard i nye bygninger er noenlunde sammenliknbare størrelser, som viser hvilke krav som settes til energiforbruket i bygninger i ulike land. De skandinaviske landene har imidlertid litt ulike beregningsmodeller for maksimalt varmetap, og forskriftene er ikke direkte sammenliknbare.

U -verdien – målt i W/m^2K – er et mål på varmegjennomgangen i et bygningselement, og Tabell 5-3 viser de høyeste tillatte verdiene på nye bygninger i de skandinaviske landene. En lav U -verdi svarer til et strengt krav om isolering – og omvendt.

Tabell 5-3. Høyeste tillatte U -verdier (for rom som varmes opp til minst 18°C) i nye bygninger i Norge, Sverige og Danmark. Kilder: Norge: [Lovdata 2000], Sverige: [Boverket 2000], Danmark: [SBI 2000].

	Vegger	Tak	Golv	Vinduer	Dører
Norge	0,22	0,15	0,15	1,6	1,6
Sverige²⁷					
– Boliger	0,18	0,18	0,18	0,95	0,95
– Andre bygg	0,24	0,24	0,24	0,95	0,95
Danmark	0,20	0,15	0,20	1,80	

De angitte U -verdiene for norske bygninger kan bare anvendes dersom vindusarealet ikke overstiger 20 prosent av bygningens oppvarmede golvareal. I så fall må de andre bygningselementene isoleres ekstra.

De danske forskriftene krever lavere U -verdier dersom vindusarealet overskrider 22 prosent av det oppvarmede golvareal. Dessuten opereres det med en *varmetapsramme* og en *energiramme*, som kan anvendes dersom U -verdiene overskrides.

Tabell 5-3 viser at de tre landene stiller nokså likt i forhold til krav til isolasjon i nye bygninger. Svenskene stiller strenge krav til vegger, vinduer og dører, men mindre strenge krav til tak – som er spesielt viktig ettersom varm luft stiger – og golv. For Norge og Danmark er det motsatt (når vi ser bort fra krav til golvisolasjon i Danmark).

Det kan nevnes at innstrammingen av byggeforskriftene, i hvert fall i Norge siden 1970-tallet, ikke synes å ha hatt den virkningen en skulle vente. Folk som bor i hus bygd etter 1980, bruker ikke særlig mye mindre energi enn de som bor i eldre hus.

5.3.2 Andre administrative virkemidler

Av de skandinaviske landene er det Danmark som i størst grad har brukt administrative grep for å få ned energiforbruket: Ulike lover stiller kommunene fritt til å kreve tvungen

²⁷ Kravet til varmegjennomstrømming er at den maksimale U -verdien ikke overskrider $0,18 + 0,95 A_f/A_{om}$ for boliger og $0,24 + 0,95 A_f/A_{om}$ for andre bygg. A_f er sammenlagt areal av vinduer, dører m.m. og A_{om} er det totale arealet av de omsluttende bygningsdelene.

tilknytning til eksisterende fjernvarmenett. Installasjon av elektrisk oppvarming krever en dispensasjon og en beregning som viser at oppvarmingsbehovet vil være lite [SBI 2000]. Lovverket forbyr elektrisk oppvarming i områder med nett for fjernvarme eller naturgass. Danskene har dessuten ordninger for å kartlegge energiforbruket i bygninger som skal selges. Bygningene får en attest som viser energiforbruket på en bestemt skala [IEA Energy eff. 2000].

I Norge er situasjonen en ganske annen enn i Danmark. Det finnes riktignok en del frivillige ordninger, blant annet nettverk for energiforbruk i bygninger og industrien. Etter at den nye energiloven ble innført 1991 har konkurransen økt mellom produsentene av elektrisk kraft. Resultatet av det har vært lavere priser, med et tilhørende høyere forbruk. E-verkene er riktignok pålagt å ha enøk-kompetanse, men konkurransen har nok minsket interessen for å drive enøk-virksomhet hos noen av dem.

Plan- og bygningsloven gir anledning til å kreve tilknytning til fjernvarme og andre fleksible oppvarmingsmåter ved nybygging. Dessuten har kommunene nokså vid myndighet til å bestemme hvor det skal bygges – størrelse, plassering i landskapet (for eksempel solhellinger framfor kuldegroper), orientering (øst-vest eller nord-sør). Disse faktorene har betydning for framtidig energibruk i kommunen. Bestemmelsene er i praksis lite brukt, med noen unntak.

For å stimulere investeringer i nye fornybare energikilder, energisparetiltak og fjernvarme er disse fritatt for investeringsavgift²⁸.

Det finnes EU-forskrifter som setter krav til elektrisk utstyr som kjøleskap, frysebokser og vaskemaskiner, men forskriftene fokuserer først og fremst på merking for å informere forbrukerne om hvor mye strøm apparatene bruker (Energipilen). Dette involverer alle de tre landene og gir ikke noe inntrykk av den spesifikke viljen som er til å sette krav til lavt energiforbruk i de tre landene.

5.4 Tilskuddsordninger

Det kan være vanskelig å skille mellom rene tilskuddsordninger og bevilgninger som går til forskning, utvikling og introduksjon av ny energiteknologi. Ulike land har litt ulike definisjoner av hva som hører til hvor. Vi vil imidlertid se på hvor mye statlige penger som brukes på tiltak som har til hensikt å spare energi eller bruke nye fornybare energikilder. Bevilgninger til forskning, utvikling og introduksjon av ny energiteknologi kommer vi til i kapittel 5.5.

Tilskuddene har til hensikt å få gjennomført tiltak for energisparing på samfunnets bekostning. Faktisk er det ofte slik at tiltakene også er lønnsomme for samfunnet. En viktig grunn til at slike samfunnsøkonomisk lønnsomme energisparetiltak ikke gjennomføres, er imidlertid at tiltakene ikke er privat- eller bedriftsøkonomisk lønnsomme – eller at de er så marginalt lønnsomme at de ikke gjennomføres uten noen økonomiske “gulrøtter”. Tilskuddsordningene som eksisterer i et land gir dermed et god pekepinn på viljen til redusere energiforbruket.

²⁸ Det samme er faktisk også investeringer i infrastruktur for den fossile energikilden naturgass.

Det bør også nevnes at støtteordninger for å introdusere ny energiteknologi – enten i form av energisparende teknologi eller bruk av nye fornybare energikilder – ofte trenger litt hjelp for å bli introdusert skikkelig i energimarkedet. Hensikten med støtteordningene kan derfor også være å hjelpe ny energiteknologi på beina.

5.4.1 Norge

De årlige bevilgningene til enøk-tiltak fra slutten av 1970-tallet til 1988 var i størrelsesorden 30-40 millioner 1996-kroner (inflasjonsjustert) [Malvik/Hille 97]. Etter det steg bevilgningene fram til 1993, da de var omtrent 230 millioner kroner.

I perioden 1990-94 ble det i alt utbetalt knapt 500 millioner kroner i rene enøk-tilskudd – eller omtrent 100 millioner årlig. Tilskuddsordningene ble kraftig redusert etter dette, fordi det angivelig var for mange “gratispassasjerer” som fikk penger.

Bevilgningene til enøk ble derfor kraftig redusert etter 1994, og i 1997 var de direkte enøk-bevilgningene 75 millioner kroner.

I perioden 1998-2000 ble bevilgningene til enøk-tiltak økt betydelig. Det ble bevilget penger i form av tilskudd til enøk-tiltak i bygg, investeringsstøtte til varmeanlegg og vindkraftanlegg, til informasjonskampanjer og opplæring. Bevilgningene var 157 millioner kroner i 1998, 192 millioner i 1999 og 282 millioner i budsjettet for 2000 [St.prp. nr. 1 (1998-99), (1999-2000) og (2000-2001)].

I tillegg til disse direkte bevilgningene til enøk-tiltak kommer et påslag på strømprisen på 0,2-0,3 øre per kWh strøm som elektrisitetsverkene selger. Denne avgifta skal gå til regionale enøk-tiltak i form av rådgivning og informasjon, og bevilgningene utgjorde 140 millioner kroner i 1998 [St.prp. nr. 1 (1999-2000)]. Avgiften kan tas ut av e-verk som oppfyller bestemte vilkår, og pengene disponeres av de regionale enøk-sentrene. Disse er underlagt e-verkene²⁹, og tilbyr hovedsakelig gratis råd og informasjon. Noen e-verk – blant annet Oslo Energi Enøk og Akershus Energiverk – tilbyr også direkte tilskudd til visse tiltak.

5.4.2 Sverige

Mellom 1974 og 1983 ga svenske myndigheter 3,5 milliarder kroner i tilskudd og fem milliarder i billige lån (ikke justert for inflasjon) til ulike energi-tiltak [Malvik/Hille 1997]. De fleste tilskuddsordningene ble imidlertid trappet ned eller avviklet i perioden 1985-87. I et tiår var den statlige svenske enøk-innsatsen nokså lav. I 1997 begynte så en ny periode med storstilt enøk-satsing [Prop. 1996/97:84]. Kravet om reduserte utslipp av klimagasser og avviklingen av kjernekrafta har stilt satsingen i et nytt lys.

Over tre år fra 1998 til 2000 ble det avsatt 6,5 milliarder svenske kroner til lokale miljøtiltak (“Lokala investeringsprogram” – LIP). Det er altså bevilget omtrent 2 milliarder norske kroner til LIP årlig i perioden 1998-2000. Bevilgningene er utformet slik at kommunene kan bruke pengene over tre år, og det ble i 1998 satt av penger til bruk i 1998-2000 og så videre. En

²⁹ Ordningen med enøk-sentre underlagt e-verkene er under avvikling, og deres oppgaver skal overtas av et direktorat direkte underlagt OED.

vesentlig del av søknadene gjelder energisparing og bruk av nye fornybare energikilder. Ordningen fortsetter også etter 2000 [Hållbara Sverige 2000].

Prosjektene som dreier seg om energi deles inn to kategorier – energieffektivisering/-besparing og omstillingstiltak til fornybar energi. I løpet av 1998-2000 har det blitt bevilget 444 millioner svenske kroner (415 millioner norske kroner) til den førstnevnte kategorien og 1 246 millioner (1 165 millioner norske kr) til den sistnevnte [Hållbara Sverige 2000].

Tiltakene for energieffektivisering og -sparing er fordelt slik (i millioner svenske kroner):

Energisparing i bygninger	78
Energisparing i produksjonsprosesser	43
Styrings- og reguleringsystemer	57
Utnyttelse av spillvarme	143
Øvrige tiltak	123
Sum	444

Tilskuddene til kategorien for omstilling til fornybar energi fordeler seg slik (også her i millioner svenske kroner):

Biobrenseloppvarming (utenfor varmenett)	174
Fjern- og nærvarme basert på biobrensel	881
Solenergi	14
Vindkraftverk	2
Utnyttelse av spillvarme	106
Øvrig	69
Sum	1 246

Kommunene anslår at tiltakene det hittil er bevilget penger til – altså for perioden 1998-2000 – vil medføre en energibesparing på til sammen 2,1 TWh (7,6 PJ).

I tillegg til LIP kommer det sju-årige programmet for “En uthållig energiförsörjning”, som også er nevnt i avsnitt 5.5.2. Her er det avsatt 1 650 millioner svenske kroner til lavere elforbruk og lavere effektbehov. Videre er 1 000 millioner avsatt til et program for økt tilførsel av elektrisitet fra fornybar energi:

Investeringer i biovarme	450
Investeringer i vindkraft	300
Investeringer i småskala vannkraftverk	150
Andre nye fornybare energikilder	100
Sum	1 000

Til sammen utgjør disse bevilgningene i gjennomsnitt 380 millioner svenske kroner årlig, tilsvarende over 350 millioner norske kroner.

For 1998 og 1999 har bevilgningene vært som følger [Energi 21 1999], med alle tall i millioner svenske kroner:

	1998	1999
Støtte til reduksjon av elforbruk	130	335
Støtte til mer effektiv energibruk	63	65
Støtte til investeringer i fornybar elproduksjon	57	135
Sum	250	535

I gjennomsnitt for 1998-99 har det altså blitt bevilget 393 millioner svenske kroner over statsbudsjettet som tilskudd til energisparing og produksjon av fornybar energi. Dette tilsvarer omtrent 367 millioner norske kroner. For årene 2001-2002 legges det opp til bevilgninger på de svenske statsbudsjettene på drøyt 800 millioner norske kroner årlig [Energi 21 1999].

5.4.3 Danmark

Den danske energipolitikken har siden 1974 vist en helt annen konsekvent satsing på energisparing og fornybar energi enn den norske og svenske. I utgangspunktet var motivasjonen beredskapsmessig og nasjonaløkonomisk, men etter hvert har den dreid i retning av å oppfylle miljøpolitiske mål. Noen av de ulike planene som er lansert i den danske energipolitikken i perioden, er omtalt i avsnitt 5.5.3.

Tilskuddsordninger har spilt en betydelig rolle i den danske energipolitikken. Det finnes en rekke ulike slike tilskudd, som tar sikte på å spare energi generelt og elektrisitet spesielt. Tilskuddene retter seg inn mot energibesparelser i pensjonisters boliger, i statlig sektor og i næringslivet. Det gis videre tilskudd til utbredelse av energisparende utstyr, og det gis tilskudd til omstilling fra elektrisk oppvarming til annen oppvarming. Dessuten gis det tilskudd til utbygging av fjernvarmenett, desentralisert kraftvarme og utnyttelse av bioenergi. Bedrifter som gjennomfører energisparetiltak kan få tilbakebetalt hele eller deler av CO₂-avgiftene de betaler.

Totalt dreier det seg om 14 ulike ordninger som kommer inn under postene "anlæg" og "drift". I 1991 ble det utbetalt 101 millioner danske kroner (alle beløper i løpende priser), og året etter ble utbetalingene drøyt doblet. Utbetalingene har økt kraftig på 1990-tallet og var i 1997 på 1 952 millioner. Året etter steg utbetalingene til 2 188 millioner, og i 1999 var de hele 3 054 millioner danske kroner (omtrent 3,5 milliarder norske kroner). Danske myndigheter legger opp til litt lavere utbetalinger de nærmeste årene [Energistyrelsens tilskudsord. 2000].

Totalt legges det opp til at bevilgningene fra Energistyrelsen til tilskudd utenom forskning, utvikling og så videre blir over 19 milliarder danske kroner (summerte løpende priser) i perioden fra 1991 til 2003.

I tillegg bør det nevnes at det finnes flere statlige finansieringsordninger som bidrar til et lavere energiforbruk. Boligministeriet gir store tilskudd til byfornyelsestiltak, som i mange tilfeller har energisparing som bi-effekt. Dessuten bevilges penger til "Den Grønne Jobpulje", med hensikt å skape grønne arbeidsplasser. Disse arbeidsplassene kan blant annet være innenfor enøk eller fornybar energi.

5.5 Satsing på forskning, utvikling og teknologiintroduksjon

Her vil vi sammenfatte og sammenlikne den statlige innsatsen på forskning på og utvikling av nye fornybare energikilder og energisparende teknologi i de skandinaviske landene. Dessuten

vil vi se på hvor mye penger som brukes på introduksjon av teknologien. En direkte sammenlikning er imidlertid ikke uproblematisk.

Et problem er at en del forskning som er relevant i denne sammenhengen gjøres på statlige institusjoner – universiteter og høyskoler – som en del av den alminnelige aktiviteten. Disse institusjonene får vanligvis ikke øremerkede midler for å drive med energiforskning, og dessuten kan enkelte relevante forskningsresultater være “biprodukter”, for eksempel fra et byggeforskningsprogram.

De øremerkede midlene som er avsatt i landenes statsbudsjetter gir altså ikke et fullstendig bilde av hvor mye forskning som gjøres med offentlige midler. Allikevel gir beløpene et rimelig godt bilde av den politiske viljen til å prioritere slik forskning.

5.5.1 Norge

Det kanskje fremste kjennetegnet på den norske satsingen på forskning, utvikling og introduksjon av miljøvennlig energiteknologi er ustabiliteten i bevilgningene. Siden denne posten kom inn på statsbudsjettet i 1978, har de statlige bevilgningene variert kraftig. I perioden 1978-97 ble det bevilget 738 millioner 1997-kroner (inflasjonsjustert) [Malvik/Hille 1997], men bevilgningene varierte mellom drøyt 10 og 70 millioner årlig i perioden. Bevilgningene nådde en topp i 1980, og sank til et lavmål på midten av 1980-tallet. Rundt 1992 nådde bevilgningene en ny topp, men sank igjen til et lavmål på midten av 1990-tallet. I 1997 var imidlertid bevilgningene vesentlig høyere enn årene før, først og fremst fordi bevilgningene til bioenergi ble skrudd opp. I 1997 ble det bevilget 69 millioner kroner – 19 til forskning og 50 til introduksjon.

Bevilgningene ble økt betydelig under regjeringen Bondevik i perioden 1998-2000. Tilskudd til forskning på energi i regi av norske forskningsinstitusjoner, “energi- og vassdragsforskning”³⁰ og internasjonalt energiforskningssamarbeid utgjorde til sammen 128 millioner kroner i 1999 og 153 millioner i budsjettet for 2000 [St.prp. nr. 1 (1998-99), (1999-2000) og (2000-2001)]. Disse bevilgningene inkluderer energiforskning som ikke nødvendigvis dreier seg om energisparing og nye fornybare energikilder, men gir en viss pekepinn på den politiske viljen til å satse på et bærekraftig energisystem.

Som vi snart skal se er Norge sørgelig langt etter sine skandinaviske naboer når det gjelder den statlige innsatsen på forskning, utvikling og introduksjon av ny energiteknologi.

5.5.2 Sverige

Etter oljekrisa i 1973/74 startet svenskene sitt energiforskningsprogram i 1975. Bevilgningene var på sitt høyeste på begynnelsen av 1980-tallet. Satsingen var høy fram til 1993-96, da den falt nokså kraftig. Fra og med 1998 har imidlertid Sverige hatt en svært stor innsats på dette feltet. Svenskene har særlig satset på bioenergi og konvertering fra elektrisitet til andre oppvarmingsmåter. Kravene om reduserte utslipp av klimagasser og målsetningen om utfasing av kjernekraft har stilt strenge krav til en omstilling av energisystemet. Det siste skaper særlig behov for å redusere forbruket av elektrisitet.

³⁰ Under punktet “Brukerstyrt forskning”, som innbefatter diverse forskningsprogrammer innenfor energiområdet.

I 1996 og -97 var bevilgningene til forskning og introduksjon henholdsvis 433 og 412 millioner svenske kroner (405 og 385 millioner norske kroner) [Malvik/Hille 1997].

I programmet "En uthållig energiforsörjning" fra mars 1997 legges det opp til å bruke over 9 milliarder svenske kroner på ulike program for energisparing og/eller omlegging til nye fornybare energikilder i løpet av sju år fra 1998 [Prop. 1996/97:84, Malvik/Hille 1997, IEA Energy eff. 2000].

I programmet for mer effektiv energianvendelse skal det totalt benyttes 450 millioner svenske kroner (omtrent 420 millioner norske kroner³¹), fordelt slik i millioner svenske kroner:

Informasjon og utdanning	60
Markedsintroduksjon	100
Prøving og testing av energikrevende produkter	40
Kommunal energirådgivning	250
Sum	450

Programmet for framtidens energisystem er tilgodesett med hele 5070 millioner svenske kroner (4 740 millioner norske kroner), fordelt slik:

Grunnforskning	2 310
Energisystemet	210
Forskningssamarbeidet, Østersjøområdet	70
Energiteknologifond	870
Energiteknologibidrag	1 610
Sum	5 070

De årlige statlige utgiftene til forskning, utvikling og introduksjon av bærekraftig energiteknologi er altså i gjennomsnitt nærmere 790 millioner svenske kroner, eller omtrent 740 millioner norske kroner.

For 1998-1999 har bevilgningene over det svenske statsbudsjettet vært følgende [Energi 21 1999], med alle tall i millioner svenske kroner:

	1998	1999
Energiforskning	244	398
Energiteknologibidrag	66	130
Introduksjon av ny energiteknikk	43	230
Internasjonalt klima- og energiarbeid	4	50
Sum	357	808

I gjennomsnitt for 1998-99 var bevilgningene til forskning, utvikling og introduksjon av bærekraftig energiteknologi 583 millioner svenske kroner – tilsvarende om lag 545 millioner norske kroner. Det legges opp til årlige bevilgninger i størrelsesorden 800 millioner norske kroner i perioden 2001-2002.

³¹ Med valutakursen 93,51 NOK = 100 SEK, per 31.12.1998. Fra [SSB-valutakurser].

5.5.3 Danmark

Også Danmark begynte sin satsing på bærekraftig energiteknologi på 1970-tallet, med "Dansk Energipolitikk 1976". Oljekrisa gjorde utslaget også der. I den neste energiplanen i 1981 kom vindmøllene inn som et viktig satsingsområde. Midt på 1980-tallet ble det besluttet å satse på bioenergi, og i planen "Energi 2000" (1990) ble strategier for å redusere klimagassutslippene utpekt. "Energi 21 – Regeringens energihandlingsplan" (1996) pekte på fortsatt satsing på fornybar energi.

De årlige utbetalingene fra "Energistyrelsen" til posten "forskning, utvikling m.v." var i perioden 1991-96 omlag 130 millioner danske kroner (ikke justert for inflasjon) – tilsvarende omtrent 140 millioner norske kroner³². I 1997-99 steg de årlige utbetalingene til omlag 160 millioner danske kroner – eller nærmere 200 millioner norske kroner [Energistyrelsens tilskudsord. 2000].

De statlige bevilgningene er planlagt fram til 2003, og i perioden 2000-2003 er det avsatt 555 millioner danske kroner (godt over 600 millioner norske kroner) til forskning, utvikling og introduksjon av bærekraftige energiteknologier. Årlig er bevilgningene på over 150 millioner norske kroner i perioden.

5.6 Oppsummering av de økonomiske satsningene

I Tabell 5-4 er de statlige økonomiske satsningene oppsummert fra kapittel 5.4 og 5.5.

Tabell 5-4. Økonomisk satsing i form av tilskudd til energisparetiltak, forskning, utvikling og introduksjon av miljøvennlig energiteknologi i Norge, Sverige og Danmark. Gjennomsnittlige årlige bevilgninger i 1998-99. Alle tall i millioner norske kroner. Kilder: Se teksten i kapittel 5.4 og 5.5.

	Norge	Sverige	Danmark
Tilskuddsordninger	175	Ca. 900	Ca. 3 100
Forskning, utvikling og introduksjon	128 ³³	Ca. 540	Ca. 190
Sum	Ca. 300	Ca. 1 440	Ca. 3 290

For å gjøre tallene i Tabell 5-4 mer sammenliknbare, kan vi ta hensyn til forskjellene i folketall i de tre landene. Vi finner da at det ble brukt omkring 70 statlige kroner per innbygger på energisparing, energiforskning og så videre i Norge i 1998/99. Det tilsvarende tallet for Sverige var drøyt 160 kroner, og for Danmark omkring 620 kroner.

³² Med valutakursen 111,16 NOK = 100 DKK, per 31.12.1994.

³³ Bevilgninger bare for 1999.

6. Målsetninger for energisektoren

Vi vil her se litt på hvilke målsetninger myndighetene i de tre landene har satt opp for energisektoren for de nærmeste årene. Målsetningene har til dels ulik karakter når det gjelder forpliktelser og hvilke typer målsetninger som har blitt formulert.

Klimaavtalen som ligger til grunn for Kyoto-protokollen (1997), er alle landene omfattet av. Denne er foreløpig ikke ratifisert av noen av landene, men vi regner klimaforpliktelsene svært viktig for energisektorene i årene framover. Det er verdt å merke seg at Kyoto-protokollen åpner for at utslippsreduksjonene kan gjøres gjennom tiltak i andre land, slik at landene som er omfattet av avtalen, ikke nødvendigvis trenger å redusere sine egne utslipp.

6.1 Norge

Kyoto-protokollen krever at økningen av de samlede norske utslippene av klimagasser (CO₂ og fem andre gasser er inkludert) ikke overstiger én prosent i perioden 1990-2010³⁴. Til tross for at Norge er et av få land som har anledning til å øke utslippene, er dette en stor utfordring. Myndighetenes prognoser antyder en økning i utslippene på 24 prosent i perioden – unntatt eventuelle gasskraftverk. I 2000 er utslippene om lag 10 prosent høyere enn i 1990.

I St.meld. 29 (1998-99) legges følgende mål til grunn:

- *Å begrense energiforbruket vesentlig mer enn om utviklingen overlates til seg selv*
- *Å bruke 4 TWh mer vannbåren varme årlig basert på nye fornybare energikilder, varmepumper og spillvarme innen 2010*
- *Å bygge vindkraftanlegg som årlig produserer 3 TWh innen år 2010*

Denne stortingsmeldinga ble behandlet av Stortinget våren 2000, og et klart flertall sluttet seg til dette. Regjeringa Bondevik ble imidlertid felt på andre deler av meldinga, men punktene over kan altså allikevel sies å være nasjonale målsetninger.

Som en del av denne omleggingen legges det opp til en opptrapping av elavgiften kombinert med investeringstilskudd innenfor en ramme på 5 milliarder kroner over 10 år.

Videre legges det opp til å utvikle kommunens og fylkeskommunenes rolle. Det skal satses på areal-, energi- og klimaplanlegging innenfor en Lokal Agenda 21-ramme.

De norske målene kan ikke sies å være spesielt ambisiøse. Det finnes ikke målsetninger for det totale energiforbruket, energisparing eller for andelen av fornybar energi som skal brukes.

6.2 Sverige

Sveriges forpliktelser som følge av Kyoto-protokollen er bestemt internt i EU. Som en del av EUs interne byrdefordeling, har Sverige fått muligheten til å øke utslippene med fire prosent i perioden.

³⁴ Det årlige gjennomsnittet i perioden 2008-2012.

Allerede i 1980 gjorde Riksdagen vedtak om at kjernekraften skulle avvikles. I 1997 holdt man fast ved denne beslutningen, samtidig som det ble vedtatt flere målsetninger for energipolitikken [Prop. 1996/97:84, Skr. 2000/01:15]. Økt tilførsel av elektrisk kraft og reduksjon i elforbruket stod sentralt i vedtaket. Det konkrete målet er å redusere bruken av elektrisitet til oppvarming med 1,5 TWh per år i løpet av en femårsperiode fra 1998 til 2002. Dessuten er det et mål skaffe til veie nye 1,5 TWh el fra fornybare energikilder i den samme perioden.

Som en del av programmet for "En uthållig energiforsörjning" ble det vedtatt ulike støtteordninger, tilskudd til energiforskning og ordninger for introduksjon av ny energiteknologi. Disse er omtalt i avsnitt 5.4.2 og 5.5.2.

6.3 Danmark

Den interne fordelingen i EU når det gjelder reduksjon i utslipp av klimagasser, har resultert i at Danmark må redusere sine utslipp med 21 prosent fra 1990-nivå til 2010.

I planen "Energi 21" ble målene for Danmarks energipolitikk lagt i 1996 [Energi 21 1996]. Sentralt i handlingsplanen står følgende mål:

- Stabilisering av de totale CO₂-utslippene på 1990-nivå innen 2000.
- Reduksjon av de totale CO₂-utslippene med 20 prosent i forhold til 1988 innen 2005.
- Stabilisering av transportsektorens CO₂-utslipp innen 2005 i forhold til 1988.
- Reduksjon av transportsektorens CO₂-utslipp med 25 prosent innen 2030 i forhold til 1990.
- 13 prosent av det totale energiforbruket skal komme fra fornybar energi i løpet av 2005.
- 35 prosent andel fornybar energi i løpet av 2030.

Danmark ser ut til å få 3,5 prosent høyere utslipp av CO₂ i 2005 enn målsetningen angir. Utslippene fra transportsektoren viser det seg svært vanskelig å få gjort noe med. Målet om 13 prosent andel av fornybar energi innen 2005 ser ut til å kunne nås [Opfølging Energi 21 1999].

7. Referanser

- Boverket 2000: Statens boverk (Sverige): *Energihushållning och värmeisolering*. www.boverket.se
- DST: Danmarks statistik. www.dst.dk
- Energi 21 1996: Miljø- og Energiministeriet (Danmark): *Energi 21. Regeringens energihandlingsplan*. (1996) www.ens.dk
- Energi 21 1999: *Energi 21* (Sverige), prop. 1999/2000:1, *Förslag till statsbudget för 2000* (1999)
- Energiläget 1999: Statens energimyndighet (Sverige): *Energiläget i siffror 1999*. www.stem.se
- Energistyrelsen 2000: Energistyrelsens energistatistikk (Danmark). www.ens.dk
- Energistyrelsens tilskudsord. 2000: Energistyrelsen (Danmark): *Energistyrelsens tilskudsordninger – beskrivelser og vurderinger* (2000). www.ens.dk
- Finansdep. 2000: Finansdepartementet: *Provenyanlag for avgifter 2000*. odin.dep.no/fin
- Hille 1993: Hille, John: *Enøk og nye energikilder*, FIVH-rapport nr. 3/93
- Hållbara Sverige 2000: Informasjon om "lokala investeringsprogram" hentet fra den svenske regjeringens nettsted om bærekraftig utvikling. www.hallbarasverige.gov.se
- IEA Energy eff. 2000: International energy agency: *Energy efficiency policies 1999 and 2000*. www.iea.org
- Lovdata 2000: *Forskrift om krav til byggverk og produkter til byggverk*. www.lovdata.no
- Malvik/Hille 1997: H.V. Malvik og J. Hille: *Norsk energibruk: Fra sløsing til løsning*, FIVH-rapport 8/97
- Norsk solenergiforening 1999: Norsk solenergiforening: *Strategi for å fremme solvarme i Noreg. Forprosjekt*. 1999
- NOS Energistat. 1985: SSB: Norsk offentlig statistikk: *Energistatistikk 1989* (1987)
- NOS Energistat. 1989: SSB: Norsk offentlig statistikk: *Energistatistikk 1989* (1991)
- NOS Energistat. 1992: SSB: Norsk offentlig statistikk: *Energistatistikk 1992* (1994)
- NOS Energistat. 1998: SSB: Norsk offentlig statistikk: *Energistatistikk 1998* (2000)
- NOU 1998:11: Olje- og energidepartementet: *Energi- og kraftbalansen mot 2020*. Norges offentlige utredninger
- NVE/NFR 1996: Norges vassdrag- og energiverk, Norges forskningsråd: *Nye fornybare energikilder* (1996)
- OED 2000: Olje- og energidepartementet: *Faktaheftet 2000 om energi- og vassdragsvirksomheten*. odin.dep.no/oed
- Opfølging Energi 21 1999: Energistyrelsen (Danmark): *Opfølging på Energi 21. Status for energiplanlægning* (1999) www.ens.dk
- Prop. 1996/97:84: Närings- och handelsdepartementet (Sverige): *En uthållig energiförsörjning* (1997) www.naring.regeringen.se

- Riksskatteverket 1999: Riksskatteverket (Sverige): *Skattestatistisk årsbok 1999*. www.rsv.se
- Riksskatteverket 2000: Riksskatteverket (Sverige): *Skattemyndigheten informerar: Punktskatter, RSV 505 utgåva 13* (2000). www.rsv.se
- SBI 2000: Statens byggeforskningsinstitut (Danmark): Opplyst av K.B. Wittchen. www.sbi.dk
- SCB: Statistiska centralbyrån. (Sverige) www.scb.se
- Sintef 1999: Artikkel i *Xergi* nr. 1/99, informasjonsmagasin for Sintef Energiforskning AS
- Skatteministeriet 2000: Skatteministeriet (Danmark): *Afgiftsprovenuet*. www.skat.dk
- Skr. 2000/01:15: Näringsdepartementet (Sverige): *Den fortsatta omställningen av energisystemet m.m.* (2000) www.naring.regeringen.se
- SSB N&M 2000: Statistisk Sentralbyrå, *Naturressurser og miljø 2000*
- SSB-befolkning: Befolkningsstatistikk. www.ssb.no
- SSB-energistatistikk: Opplyst av Statistisk sentralbyrå, ved L. Høgset
- SSB elektrisitetsstatistikk 1998, www.ssb.no
- SSB, Pål Marius Berg, pers. medd.
- SSB-valutakurser: Valutakurser. www.ssb.no.
- St.meld. 3 (1998-99): Finansdepartementet: *Statsregnskapet 1998* (1999)
- St.meld. 29 (1998-99): Olje- og energidepartementet: *Om energipolitikken* (1999)
- St.prp. nr. 1 (1998-99): Olje- og energidepartementet (1998)
- St.prp. nr. 1 (1999-2000): Olje- og energidepartementet (1999)
- St.prp. nr. 1 (2000-2001): Olje- og energidepartementet (2000)
- Tande/Sintef 1999: J.O. Tande, Foredrag om vindkraft, Sintef energiforskning (1999)